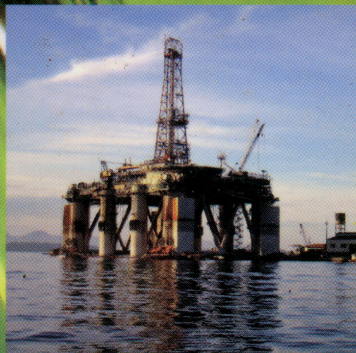
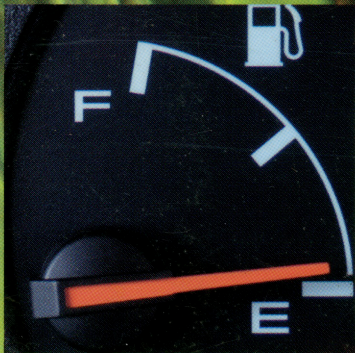


# Situación de la energía en El Salvador. Los casos del Alcohol Carburante y del Biodiesel

Una visión académica nacional.



Investigadores:

Ing. Eduardo Badía Serra

Ing. Ana Gabriela Solano de Badía



**Universidad Tecnológica**  
La Gran Universidad de El Salvador





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE EL SALVADOR  
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN

ING. EDUARDO BADÍA SERRA  
ING. ANA GABRIELA SOLANO DE BADÍA

# **SITUACIÓN DE LA ENERGÍA EN EL SALVADOR. LOS CASOS DEL ALCOHOL CARBURANTE Y DEL BIODIESEL**

**Una visión académica nacional**



San Salvador, octubre de 2006



# INTRODUCCIÓN

La Universidad Tecnológica de El Salvador, a través de la Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social, consciente de que una solución eficaz y definitiva requiere de un crecimiento sostenido del producto interno bruto, una equidad en la distribución del ingreso generado, mejores niveles de educación y la provisión oportuna y permanente de otros servicios primordiales para asegurar una mejor calidad de vida de la población, continuará fortaleciendo la investigación social con la amplitud que este término sugiere. Se pretende a corto plazo encausar sus esfuerzos por implementar un sistema que coadyuve, en forma coherente y con el suficiente rigor metodológico, a impulsar y promover investigaciones, tanto formativas como de carácter científico y técnico en apoyo a la misión que la universidad se ha definido, la que reconoce que la investigación en los centros superiores de enseñanza es y forma parte de una enseñanza integral en la medida que alimenta los procesos educacionales de las carreras que componen su oferta académica. Esto la universidad lo ha venido realizando desde 1998.

Con la presente investigación, realizada por los investigadores asociados, Ing. Eduardo Badía Serra e Ing. Ana Gabriela Solano de Badía: *Situación de la energía en El Salvador. Los casos del alcohol carburante y del biodiesel. Una visión académica*, se inicia una nueva etapa de esta Vicerrectoría como gestora de programas de investigación inter y multidisciplinarios y de áreas especializadas como lo son las tecnológicas.

La búsqueda y elección de fuentes alternativas de energía y combustibles, es de vital importancia. La presente investigación considera que la opción nacional segura y real sigue apuntando hacia la biomasa, particularmente el bioalcohol, en cuanto a combustibles se refiere, y hacia la geotermia y el desarrollo hidráulico (pequeñas presas y centrales hidroeléctricas, en cuanto energía eléctrica). En este último caso, las consideraciones y seguridades ambientales deben ocupar un lugar importante en el proyecto y en el diseño, enfatiza la investigación. Se apoya lo anterior en el hecho de que nuestro país no cuenta con un desarrollo de investigación en tales áreas ni siquiera mínimo, lo que limita las posibilidades de crear y/o adaptar conocimiento a nuestras concretas situaciones y a otros argumentos técnicos desarrollados en la presente investigación.

Se consigna en el presente aporte: "El desarrollo sustentable fue definido por la Comisión Brundtland como el desarrollo que busca satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para llenar sus propias necesidades". También se extrae del presente trabajo: "Dincer señala como la regla

económica para una economía restaurativa: 'Deja al mundo mejor de lo que lo encontraste, toma no más de lo que necesitas, trata de no enfriar tu relación con el ambiente, haz las correcciones cuando puedas hacerlo' ". La investigación afirma que esta es una verdadera *regla de oro*, que se cumpliría si se respetaran algunos de sus implícitos contenidos detalles: "Las velocidades de uso de los recursos renovables no deben ser mayores que sus propias velocidades de regeneración; las velocidades de uso de los recursos no renovables no deben de exceder las velocidades a las cuales recursos sustitutos son desarrollados; y las velocidades de las emisiones polulantes no deben exceder las correspondientes a las capacidades asimilativas del ambiente".

Lic. Rafael Rodríguez Loucel  
Vicerrector Académico

# Indice

	Página
Resumen .....	7
1º Panorama general .....	11
2º Panorama nacional .....	13
3º Sustentabilidad ambiental de una política energética.....	18
3.1 Desarrollo sustentable y sustentabilidad ambiental. Enfoque general .....	18
3.2 Desarrollo sustentable y sustentabilidad ambiental. La caña de azúcar .....	20
4º El alcohol carburante y el biodiesel como alternativas en El Salvador .....	24
5º Una aproximación de solución nacional al problema de los combustibles. Cinco condiciones necesarias .....	26
6º La relación caña de azúcar-sociedad-economía .....	28
7º El subsector cañero-azucarero en El Salvador .....	31
7.1 Productos y rendimientos .....	31
7.2 El sistema. Un poco de historia .....	32
7.3 El mercado del azúcar y su incidencia en la economía nacional .....	34
8º Escenarios posibles dentro de un programa de diversificación de la actividad productiva alrededor de la caña de azúcar .....	43
9º Relaciones caña de azúcar-petróleo. Proyecciones de producción nacional .....	46
10º Alcohol carburante. Una realidad .....	54
11º El caso del biodiesel .....	56
12º Producción, consumo y existencias mundiales de azúcar y de alcohol. Comportamiento de los mercados .....	58
12.1 El mercado del azúcar .....	58
12.2 Producción y consumo de azúcar .....	59
12.3 El mercado del alcohol .....	61
12.4 Los costos de producción del azúcar .....	61
12.5 Algunas conclusiones .....	63
Referencias, consultas y fuentes .....	65
Anexos .....	67



## RESUMEN

- 1) Estimaciones oficiales de los Estados Unidos de Norteamérica indican que el consumo global de energía en el mundo se incrementará, entre el año 2002 y el año 2025, esto es, en un período de 23 años, en un 57%, desde 412 cuatrillones de BTU hasta 645 cuatrillones de BTU, lo que representa un incremento anual de 2.44 %;
- 2) Se considera un hecho que las reservas mundiales de hidrocarburos no podrán suplir este masivo y rápido incremento en la demanda, lo que ha provocado que se disparen las iniciativas para desarrollar soluciones energéticas alternativas viables económicamente y amistosas ambientalmente;
- 3) Dentro de estas se habla de celdas de combustible, hidrógeno, carbón limpio, energía nuclear, energía eólica, energía solar, genética, y biomasa;
- 4) No todas las alternativas anteriores son viables y convenientes para todos los países y para todas las situaciones, pues cada una tiene sus propias y particulares características y presenta sus propios y particulares riesgos. En su selección deben considerarse la disponibilidad y dominio de la tecnología, la factibilidad de manejo de los desechos, el impacto ambiental, el uso y demanda de tierra, su capacidad de desarrollo autónomo, su posibilidad de implementación a corto plazo, y su factibilidad económica;
- 5) Además, debe tomarse en consideración el que dicha alternativa pueda insertarse adecuada y pertinentemente dentro de todo un programa de política energética y ambiental;
- 6) Tomando en cuenta lo anterior, se concluye que para El Salvador, algunas de las fuentes citadas, como el hidrógeno, las celdas de combustible, la energía nuclear, la energía eólica, la energía solar y el carbón limpio no son viables económicamente, ambientalmente y tecnológicamente, por lo menos dentro del corto y del mediano plazo;
- 7) Hoy por hoy, se concluye que una opción nacional segura y real debe apuntar hacia la biomasa, y particularmente aquí el bioalcohol en cuanto a combustibles se refiere, y hacia la geotermia y las pequeñas centrales hidroeléctricas en cuanto a energía eléctrica;
- 8) El biodiesel no se ve como una alternativa conveniente ni viable, por lo menos en el corto y mediano plazo, debido a su exigencia de un nuevo desarrollo agrícola, y a la demanda de metanol e insumos que exige su producción y los cuales nosotros no producimos ni disponemos;
- 9) Para que un programa nacional de política energética en El Salvador tenga éxito,

- al margen de una buena selección y de un buen desarrollo de fuentes alternativas, se requiere asumir previamente cinco presupuestos esenciales: a) Las fuentes alternativas son sólo Una de las vías de solución, y no La vía de solución; b) Es absolutamente necesario resolver previamente o simultáneamente el problema del transporte público; c) El Estado debe intervenir como ente regulador y controlador de todo el sistema; d) El uso de bioalcohol es sólo una de las soluciones posibles; y e) El diseño del modelo debe ser propio y pertinente, esto es, debe evitarse el traslado de modelos diseñados para otras situaciones y para otras realidades, tanto económicas como ambientales, sociales y geográficas;
- 10) En el país, la participación de la caña de azúcar en el sector agrícola es del orden del 5 al 6% en términos del Producto Interno Bruto (PIB); la participación del azúcar en el sector manufacturero es del orden del 6 al 7% en los mismos términos; la participación del subsector en el PIB total es del orden del 2 al 3%. Si el subsector se integrara y diversificara, su participación en el PIB podría crecer apreciablemente;
  - 11) Dentro de los escenarios posibles de diversificación e integración del subsector caña de azúcar, el país pareciera ver como opción cercana el pasar del sistema convencional tradicional actual, (producción de azúcar y de “subproductos”), al llamado “Escenario integrado”, (producción de azúcar y cantidades marginales de alcohol y energía eléctrica). Esto puede significar un grave error en el corto plazo;
  - 12) La alternativa que se recomienda es cambiar nuestro sistema tradicional convencional hacia el conocido como “Escenario energético integral”: producir azúcar para satisfacer el consumo nacional y la cuota preferencial americana, electricidad residual estacionaria a partir del bagazo de caña y de los llamados “residuos de cosecha”, alcohol anhidro a partir de la melaza y las mieles A para sustituir por lo menos entre un 10 y un 15% del consumo de gasolina, y biogás a partir de los mostos de destilería;
  - 13) Bajo este esquema, el país podría, sin modificar ni extender su campo cañero, producir bioalcohol en cantidades suficientes para sustituir hasta un 17% de la gasolina;
  - 14) Algunas consideraciones que no son de carácter técnico deben tenerse en cuenta: definir dónde, cómo y por quién será hecha la mezcla alcohol-gasolina; definir el precio de incorporación del alcohol a la gasolina; y definir el rol de cada uno de los actores (petroleras, cañeros-azucareros, consumidores y Estado), dentro del sistema;
  - 15) Una sustitución de petróleo, en términos equivalentes, podría generar al país beneficios adicionales del orden de US\$5,577.02 anuales por hectárea de caña de azúcar cultivada, y del orden de 115 millones de dólares anuales para todo el país;
  - 16) El estudio muestra que el país pierde unos 50 millones de dólares anuales al

- vender azúcar al mercado mundial a precios deprimidos, y que esta pérdida pudiera evitarse si dicha azúcar se destinara a la producción de energía en términos de “petróleo equivalente”;
- 17) En cuanto a los productores (cañicultores y azucareros), estos podrían obtener bajo dicho esquema, beneficios adicionales del orden de US\$6.35 por tonelada métrica de caña destinada a la producción de bioalcohol, lo cual, en términos del país, equivale a unos once millones de dólares anuales;
  - 18) El bioalcohol es una realidad mundial como sustituto de la gasolina. Su mayor productor en el mundo es Estados Unidos de Norteamérica, y otros países como Brasil, Colombia, China, Francia, Alemania, Suecia, Canadá y Francia ya lo están utilizando masivamente.
  - 19) Si bien la producción de etanol carburante es uno de los factores que tiende a crear un clima favorable para la industria azucarera en los países en desarrollo, a pesar de ello todo indica que por lo menos en el corto y el mediano plazo, los precios del azúcar continuarán bajos en el mercado mundial.
  - 20) Los precios del etanol y del petróleo equivalente son por ahora muy parecidos, pero la tendencia se inclina por una progresiva reducción de los primeros y por un marcado incremento en los últimos.



# SITUACIÓN DE LA ENERGÍA EN EL SALVADOR. LOS CASOS DEL ALCOHOL CARBURANTE Y DEL BIODIESEL

## Una visión académica nacional

### 1º. Panorama general

El Salvador se encuentra inmerso dentro de la crisis energética mundial, originada, bajo nuestro punto de vista, no tanto por los altos precios de los energéticos, y particularmente de los combustibles fósiles, sino más bien por el mal uso y el desperdicio enorme que los llamados *países desarrollados*—el llamado *primer mundo*—, vienen haciendo de los mismos. Se dice (y esto como un estimado grueso, que aunque válido debe interpretarse en un contexto lo suficientemente racional) que un ciudadano común y corriente de los Estados Unidos de Norteamérica consume unas 10 a 12 veces más recursos que uno del tercer mundo; y aquí se consideran, por supuesto, el agua, la energía eléctrica, los alimentos, las comunicaciones, los combustibles, etc. Esta cultura del desperdicio de recursos, propia de los Estados Unidos de Norteamérica, tiene, lógica e inevitablemente, sus efectos lamentablemente negativos sobre el ambiente y la sostenibilidad del planeta. Según señalan, por ejemplo, Lébre La Rovere y otros, (Emilio Lébre La Rovere, Luiz Pinguelli Rosa y André Santos Pereira, *Cambio climático y desarrollo energético en América Latina: análisis y perspectivas*, Instituto Nacional de Ecología, <http://www.ine.gob.mx/johan/johacap8.html>, pp. 2-3-4-5), mientras Latinoamérica ha desarrollado estrategias que la han conducido a disminuir las emisiones de carbón, los Estados Unidos de Norteamérica continúan siendo los mayores emisores. “*Los Estados Unidos*—dicen estos autores en el trabajo citado—, *han emitido 5.6 Gt de CO<sub>2</sub> en 1999, que representa el 24.1% de las emisiones mundiales de ese año, mientras que los países de la América Latina en su conjunto sólo han emitido 1.2 Gt, lo que corresponde a 21.9% de las emisiones de los EE.UU., y a 5.3% de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub>*”. Y prosiguen: “*Durante la década de los años 90, el aumento absoluto de las emisiones de los EE.UU. (promedio anual basado en los niveles de 1990) fue casi tres veces mayor (82 Mt CO<sub>2</sub>/año) que el correspondiente crecimiento para toda América Latina (33.7 Mt CO<sub>2</sub>/año)*”. Mientras un ciudadano estadounidense, en 1999, emitió en dicho año 20.46 ton. CO<sub>2</sub>, un paraguayo sólo emitió 0.74 ton.; y un brasileño, 1.82; esto es, 28 y 11 veces menos, respectivamente.

Según datos del mismo U.S. Dept. of Energy, DOE, de Washington, D. C., o lo que es lo mismo, según datos oficiales de dicho país (Rita D'Aquino, *Addressing Today's Energy Challenge*, Chemical Engineering Progress, June 2006, pp. 12-13-14), el consumo global de energía se incrementará, entre los años 2002 y 2025, un período de 23 años, en un 57%, de 412 cuatrillones de BTU (unos 2.74 millones de millones de galones de gasolina, o unos 120 millones de millones de Kwh, o unos 10,400 millones de toneladas equivalentes de petróleo, según nuestros cálculos) en el 2002, a 645 cuatrillones de BTU (unos 4.27 millones de millones de galones de gasolina, o unos 190 millones de millones de Kwh, o unos 16.200 millones de toneladas equivalentes de petróleo) en el 2025. Este incremento se espera sobre todo como producto de las grandes economías emergentes, China y la India sobre todo. Se calcula que hoy día, si los chinos compraran tantos vehículos como los europeos, su consumo de energía sería equivalente a mil millones de toneladas equivalentes de petróleo. Estimaciones señalan, por otro lado, que el parque automovilístico mundial crecerá de 800 a 1600 millones de vehículos en los próximos 35 años; esto es, que este parque se duplicará en dicho período, mostrando un crecimiento anual del orden del 2.9%.

No hay duda alguna que las reservas de hidrocarburos no podrán suplir este rápido incremento en la demanda, (un 2.44% anual como promedio del período señalado). Ello ha provocado que se disparen las iniciativas para desarrollar soluciones energéticas alternativas viables económicamente y amistosas ambientalmente. Las inversiones en investigación y desarrollo en este esfuerzo son realmente increíbles por lo cuantiosas. El DOE, por ejemplo (D'Aquino, op. cit., pp. 13 y 14), ha destinado para el año 2007, 1,510 millones de dólares para mejorar la eficiencia y el desarrollo de combustibles alternativos. En el cuadro siguiente se detallan dichos combustibles alternativos y las cantidades destinadas a cada uno de ellos, haciendo notar en él la importancia que los norteamericanos están dando al uso del hidrógeno y de las llamadas celdas de combustible. Como puede verse, el esfuerzo apunta hacia el etanol celulósico, los vehículos eléctricos híbridos, las citadas celdas de combustible de hidrógeno, los carros de combustible hidrógeno, las centrales térmicas de carbón del tipo "cero emisiones", y la energía nuclear segura y limpia. El caso del Brasil es importante de reconocer: el papel esencial que en este país han tenido las energías renovables en su balance energético, que abarca más de la mitad de su consumo de energía primaria total; y especialmente la energía potencial hídricogravitacional, el alcohol y el bagazo de caña, han hecho de este país un ejemplo de eficiencia extremadamente alta en el sector energético. (Lébre La Rovere y otros, op. cit., pág. 7).

Para el DOE, objetivo general de este esfuerzo es también la reducción en los costos de la energía. Algunos éxitos han sido alcanzados en este sentido: un automóvil a celda de combustible que el 2002 costaba US\$275 por Kw de potencia, al 2005 sólo costaba US\$110; la producción de hidrógeno a partir del gas natural ha reducido su costo, entre el 2003 y el

2005, en casi un 40%. Pero ello no quita que se esté consciente de que los mayores logros se podrán obtener sólo dentro de décadas, e incluso de generaciones.

**Cuadro N°. 1**  
**Presupuesto 2007 del DOE para la Iniciativa de Energía Avanzada, AEI.**

<b>Fuente de Energía</b>	<b>Millones de US \$</b>
Baterías	30
Celdas de combustible	82
Carros accionados por H <sup>2</sup>	166
Biomasa	150
Carbón	330
Genética	54
Hidrógeno	114
Nuclear	392
Solar	148
Eólica	44
<b>Total</b>	<b>1510</b>

(Cuadro construido con datos tomados de D'Aquino, op. cit.)

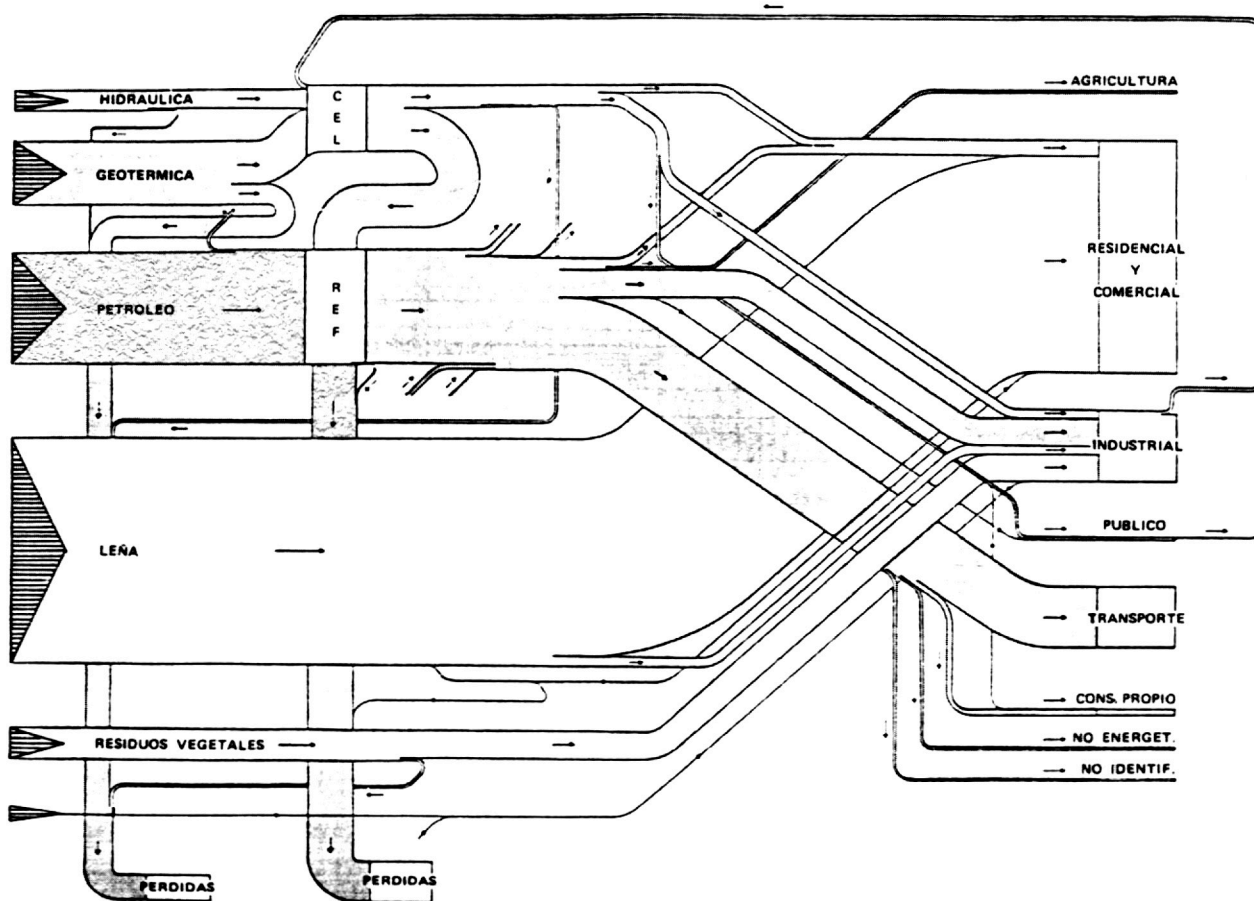
Cada fuente de energía tiene sus propios y particulares riesgos. En la energía nuclear, por ejemplo, se trata de los accidentes nucleares y la disposición de los desechos radiactivos; en el carbón, lo es el impacto ambiental; en la energía fotovoltaica, lo son las enormes extensiones de tierra y el mucho tiempo de sol que demanda. Por ello, la elección de la fuente de energía alternativa a desarrollar debe hacerse examinando todas las perspectivas posibles, tanto en sus ventajas como en sus desventajas, sean estas técnicas o ambientales, como en sus posibilidades concretas para un desarrollo autónomo y eficiente con márgenes de rentabilidad y mejores precios, y con niveles de inversión aceptables. Una característica que debe considerarse es la posibilidad de desarrollo en el corto plazo, pues la urgencia de sustitución de los combustibles fósiles apunta a décadas y no a siglos.

## **2º. Panorama nacional**

En El Salvador, estos cuidados deben ser mayores. Dado que el país carece de políticas energéticas de largo, mediano y corto plazo, estas deben establecerse íntegra y completamente. Se trata de modificar, adaptándola a las exigencias y condiciones que presenta el desarrollo actual, la actual estructura de nuestros flujos de energía, inadecuada, ineficiente y poco sustentable ambientalmente, y generar otra que mejore en lo posible esos aspectos negativos que han sido señalados. En las gráficas N°. 1 y 2 se muestran, tanto los flujos de energía como sus formas y la estructura de su consumo. Estas gráficas,

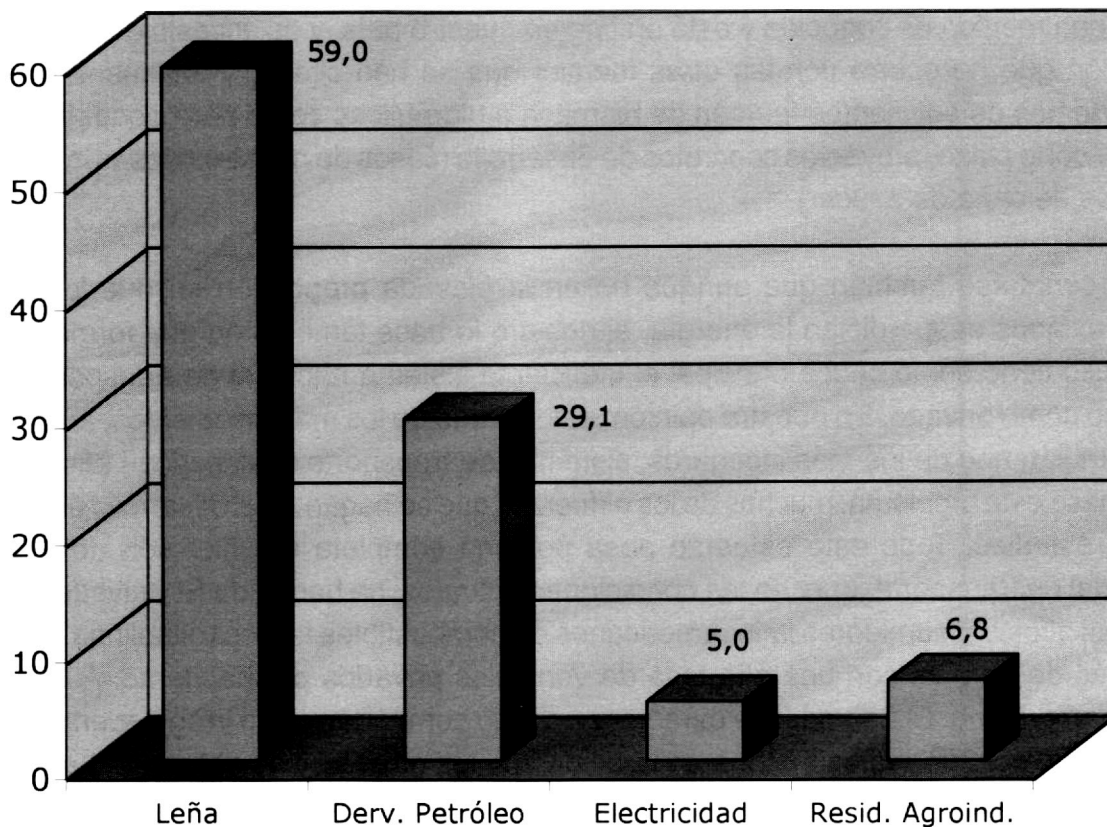
tomadas de los balances energéticos nacionales que antes publicaba la Comisión Hidroeléctrica del Río Lempa, CEL, y que desafortunadamente ya no se elaboran, o en todo caso no son del acceso público, a pesar de corresponder a situaciones de hace unos 30 años, reproducen las actuales estructuras, flujos y usos. Como en ellos se aprecia, la leña y el petróleo siguen siendo determinantes (88.1%), en la estructura del consumo, mientras los “residuos vegetales”, esto es, la biomasa, sólo vienen a contribuir con un 6.8%. Otro aspecto a considerar es que mientras los flujos se orientan hacia un uso residencial, comercial y del transporte (80% aproximadamente), el uso industrial demanda tan sólo un 18%, lo que comprueba la poca vocación real del país hacia este sector, determinante como se sabe, para el progreso de toda nación.

Gráfica N° 1  
El Salvador. Flujos de energía



La elección de fuentes alternativas de energía, y particularmente de combustibles, es de vital importancia; y un error en ello puede significar costos y problemas de imprevisible magnitud. Tal selección debe obedecer a condiciones locales muy claras, debe ser pertinente, y debe evitar a toda costa el traslado de modelos cuya aplicabilidad no sea conveniente. No se quiere significar con ello que se debe evitar el traslado de tecnologías; se habla de evitar el traslado de modelos. Esto debe entenderse con toda claridad. Algunas fuentes como el hidrógeno, las celdas de combustible, la energía nuclear, e incluso, la energía eólica, no se presentan en el corto plazo como alternativas viables para El Salvador, por más ilusiones que se planteen. Sólo debe señalarse que la energía nuclear cubrirá apenas, según las estimaciones, un 4% del consumo mundial energético para el año 2030, sin haber, por otro lado, para dicho año, resuelto los problemas de destino y manejo de los desechos que origina y su vulnerabilidad técnica. Es importante notar que el crecimiento del consumo mundial de energía nuclear, que fue de 16.9% anual entre 1970 y 1990, cayó abruptamente a 0.9% anual entre 1990 y 2006, y se estima que se mantendrá en el mismo 0.9% anual hasta el 2010.

Gráfica N° 2  
El Salvador. Formas de energía y estructura del consumo



Alternativamente, el crecimiento del consumo de energía derivada del petróleo se mantendrá en un 1.5% anual entre 1970 y 2010, el gas natural alrededor del 3.0% durante el mismo período; el carbón caerá del 2.2 en 1970 al 1.3 en 2010, y las fuentes renovables también lo harán desde 3.9 en 1970 hasta 2.3 en 2010. Otras energías como la solar no se consideran capaces de satisfacer la demanda mundial de electricidad ni de incidir siquiera de manera importante y significativa en dicha demanda, que se estima crecerá de 14,000 millones de Kw. en el 2000 a 26,000 millones en 2025. Sin querer significar que no debe hacerse ningún esfuerzo de investigación y desarrollo en tales fuentes, dado que todo esfuerzo de este tipo es siempre saludable y deseable, se cree que la opción nacional segura y real sigue apuntando hacia la biomasa, particularmente el bioalcohol, en cuanto a combustibles se refiere, y hacia la geotermia y el desarrollo hidráulico (pequeñas presas y centrales hidroeléctricas), en cuanto a energía eléctrica. En ambos casos, las consideraciones y seguridades ambientales deben ocupar un lugar importante en el proyecto y en el diseño.

Se apoya lo anterior en el hecho de que nuestro país no cuenta con un desarrollo de investigación en tales áreas ni siquiera mínimo, lo cual limita las posibilidades de crear y/o adaptar conocimiento a nuestras concretas situaciones; además, en que la tecnología en producción de biocombustibles y energía eléctrica de origen hidráulico y geotérmico en buena medida es conocida y está en uso en nuestro país, y es accesible y dominable, cuestión que no ocurre con las otras fuentes que se han citado; y finalmente, en que disponemos de suficientes fuentes de biomasa e hidráulicas como para poder iniciar, en el muy corto plazo, proyectos concretos de desarrollo (casos de nuestros ríos y de nuestros cultivos de caña de azúcar).

Debe señalarse también que aunque no en la elevada proporción en que los países desarrollados desperdician la energía, el nuestro lo hace también en una forma ya muy alta. Ello tiene como causa principal el ineficiente sistema nacional de transporte, tanto público como privado. En nuestra opinión, este es uno de los más ineficientes, además de ser también uno de los más inseguros, sistemas de transporte de América Latina. De no corregirse este problema, muchos de los esfuerzos que se hagan en el desarrollo energético serán estériles. Todo este esfuerzo pasa por una completa modificación del sistema nacional de transporte, que, en las condiciones actuales, ha hecho de El Salvador uno de los más altos consumidores latinoamericanos de combustibles fósiles (gasolinas y diesel), además de un país con una alta tasa de vehículos privados por habitante. Aun a nivel centroamericano, El Salvador se caracteriza por su comportamiento irregular en el uso de la energía, con fuertes asimetrías en relación con los otros países del istmo. La CEPAL, en su informe sobre el abastecimiento de hidrocarburos correspondiente al año 2000, (CEPAL, *Istmo centroamericano: Informe sobre abastecimiento de hidrocarburos, 2000*, Proyecto CEPAL/República Federal de Alemania, 7 de noviembre del 2001, pág. 3), señala que mientras el consumo total de hidrocarburos en el istmo disminuyó 0.8% en el año

citado, en El Salvador este se incrementó; que mientras el consumo final de derivados del petróleo, que no incluye los combustibles utilizados para la producción de electricidad, bajó en el mismo año un 1.5% en relación con el año anterior, en El Salvador se incrementó; que mientras el consumo de combustibles para generación de electricidad aumentó, siempre en el mismo año, un 2.4%, en El Salvador aumentó un 16.3%. Un sistema eficiente, seguro y moderno de transporte público vendría a significar un considerable ahorro en energéticos combustibles, un menor gasto en la adquisición de vehículos, una menor necesidad de inversión en infraestructura vial y, lógicamente, ahorro en la economía personal de todos los habitantes. Una real política de ahorro tiene este horizonte como sentido, y no la búsqueda de diferencias mínimas en los precios de los combustibles en las gasolineras, que muy poco o nulo efecto provocan en las economías familiares y realmente ninguno en la economía nacional.

Para ilustrar un poco más este tema, se señalan algunos datos que estimamos serán suficientes para afirmar nuestra tendencia a convertirnos en depredadores energéticos y en desperdiciadores de recursos que nos son escasos, si no modificamos nuestras políticas:

El parque automovilístico mundial, como hemos apuntado antes, se estima que crecerá de 800 millones de vehículos en el 2005 a 1600 millones en el 2040. Para una población mundial estimada en siete mil millones de habitantes en el 2005, significa que había un automóvil para cada nueve habitantes. En El Salvador, para el mismo año, asumiendo una población de 6.4 millones de habitantes y un parque vehicular superior a los 600.000 automóviles, correspondería una tasa del orden de un automóvil por cada once habitantes. Estamos, pues, dentro del promedio mundial de automóviles por habitante, que es, en sí, calificado como muy alto.

En cuanto al consumo de gasolina, se estima para el mismo año 2005 un consumo mundial del orden de los 323,400 millones de galones. A una población mundial de siete mil millones de habitantes, corresponde una tasa anual de consumo del orden de los 46.2 galones por habitante por año. Para los Estados Unidos de Norteamérica, a ese mismo año, esta tasa era de unos 356 galones por habitante por año (tomando un consumo estimado de 105,000 millones de galones y una población de 295 millones de habitantes). Para El Salvador vendría a ser (6.4 millones de habitantes y 250 millones de galones consumidos), del orden de 39.1 galones por habitante por año. Como puede verse, aunque aun no alcanzamos los *niveles de desarrollo* de los norteamericanos, casi alcanzamos ya el promedio mundial, de nuevo considerado muy alto. La pregunta es si ello debe interpretarse como un signo de uso eficiente o como un signo de uso ineficiente del recurso, esto es, si somos racionales o si entramos ya en la órbita del desperdicio.

**Cuadro N°. 2**  
**Tasas de consumo de automóviles y de gasolina**  
**en El Salvador, Estados Unidos y el mundo. 2005**

	El Salvador	Estados Unidos	El mundo
Población	6,400,000	295 millones	7,000 millones
Parque vehicular	600,000		800 millones
Habitantes por automóvil	11		9
Consumo de gasolina, galones	250 millones	105.000 millones	323,400 millones
Tasa de consumo de gasolina, galones / habitante-año	39.1	356	46.2

Construcción propia.

### 3º. Sustentabilidad ambiental de una política energética

El uso de fuentes alternativas de energía puede tener un impacto significativo mayor en las áreas rurales, particularmente en los países subdesarrollados, el nuestro incluido, por supuesto, en los cuales las principales fuentes para el consumo doméstico y la producción de alimentos siguen siendo la madera (leña), los residuos biomásicos, y la fuerza humana y animal. Este es otro factor importante a considerar cuando se elijan dichas fuentes dentro de un programa armónico de política energética, y es otra razón de fuerte peso en la escasa o casi nula posibilidad de que el hidrógeno, las celdas de combustible, la energía nuclear, el carbón limpio y este tipo de fuentes sean accesibles y elegibles.

Antes de examinar las posibilidades expuestas en relación con la biomasa (la geotermia y la energía hidráulica como fuentes para la producción de energía eléctrica no se consideran en este trabajo), consideramos conveniente señalar algunos puntos en cuanto a lo que debe entenderse por *sustentabilidad ambiental* dentro de una política, en este caso, energética, término que de alguna manera se identifica con otro de uso ahora frecuente, y que es el de *políticas energéticas amigables ambientalmente*.

Podríamos expresar de una manera lo bastante general dichos conceptos diciendo que el impacto ambiental asociado al uso y aprovechamiento de la energía deberá ser *tan mínimo como sea posible*.

#### 3.1. Desarrollo sustentable y sustentabilidad ambiental. Enfoque general

El término *desarrollo sustentable* se introdujo en 1980 y fue popularizado en 1987 en el reporte de la *Comisión sobre el Ambiente y el Desarrollo*, (Comisión Brundtland). La Conferencia de Río de Janeiro de las Naciones Unidas, en 1992, le confirió estatuto de misión global. El *desarrollo sustentable* fue definido por la Comisión Brundtland como "el

*desarrollo que busca satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para llenar sus propias necesidades*". Es, como puede verse, un compromiso de las actuales generaciones para con las futuras, una responsabilidad de los hombres de hoy para con los hombres del mañana; la seguridad de estos de que nosotros no dañaremos el ambiente que ellos necesitarán para vivir como seres humanos. Eso es. Dincer y Rosen (Ibrahim Dincer and Marc A. Rosen, *Exergy as a driver for achieving sustainability*, International Journal of Green Energy, Vol. 1, Nº 1, pp. 4, 2004), afirman que la Comisión reconoció en dicha definición, dos conceptos claves: *necesidades*, significando en particular las necesidades esenciales del peor mundo, y *limitaciones*, esto es, las limitaciones impuestas por el estado de la tecnología y de la organización social en la capacidad de desarrollo para satisfacer las necesidades presentes y futuras. Lo anterior significa que el *desarrollo sustentable* implica tanto factores ambientales como sociales y económicos, pero considera a estos dos últimos como la prioridad inicial.

¿Cuáles factores sociales, ambientales y económicos deben ser considerados para lograr un *desarrollo sustentable*? Dentro de los sociales, el que se llenen las necesidades, que se faciliten las aspiraciones, que se satisfagan los estándares culturales y éticos, que se asegure la educación y la salud. Dentro de los económicos, que se disponga de bienes que puedan hacer placentera la vida, con tecnologías y servicios amigables, que se facilite el obtener para todos buenos niveles de vida. Dentro de los ambientales, que se logre mantener un ambiente placentero, estético, saludable y utilizable; que los impactos ambientales provocados por el desarrollo sean tan bajos como sea posible, y que los daños provocados sobre el ambiente sean remediados apropiadamente. Ello implica una adecuación tecnológica al desarrollo y no al revés; una adecuación del desarrollo a la tecnología. Y esto último se señala muy bien (Dincer, I, *Exergy and Sustainability*, Proceeding of the SET-2002, First International Conference on Sustainable Energy Technologies, Porto, Portugal, June, 12-14, p. 1-10), en lo que Dincer señala como la *Regla Económica para una economía restaurativa*: "*Deja al mundo mejor de lo que lo encontraste, toma no más de lo que necesitas, trata de no enfriar tu relación con el ambiente, haz las correcciones cuando puedas hacerlo*". Esta es, realmente, una verdadera regla de oro, que se cumpliría si se respetaran algunos de sus implícitamente contenidos detalles:

- La velocidades de uso de los recursos renovables no deben ser mayores que sus propias velocidades de regeneración;
- Las velocidades de uso de los recursos no renovables no deben exceder las velocidades a las cuales recursos sustitutos son desarrollados; y
- Las velocidades de las emisiones polulantes no deben exceder las correspondientes a las capacidades asimilativas del ambiente.

**Cuadro No. 3**  
**La "Regla económica" del desarrollo sustentable a partir de una "economía restaurativa", y sus presupuestos categóricos**

**Regla de Oro:**

- a) Deja el mundo mejor de lo que lo encontraste;
- b) No tomes más de lo que necesitas;
- c) No enfries tu relación con el medio ambiente;
- d) Corrige cuando te equivoques.

**Presupuestos:**

- a) Usar los recursos renovables permitiendo su continua regeneración;
- b) Usar los recursos no renovables en la medida en que ellos van siendo sustituidos;
- c) Polular en la medida en que el ambiente pueda asimilar dicha polución.

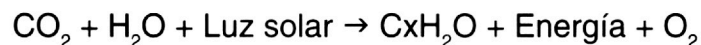
(Cuadro construido a partir de Dincer, I., op. cit.)

En general, entonces, puede resumirse que la sustentabilidad ambiental de cualquier política energética debe obtenerse a partir del reconocimiento de que:

- a) La fuente energética debe ser suficiente en la visión de largo plazo, obtenible a un costo razonable y de bajo impacto ambiental negativo dentro de su sociedad; y
- b) Los recursos energéticos deben ser utilizados lo más eficientemente posible, partiendo del reconocimiento de que todos ellos, inclusive la biomasa, la energía solar, la energía eólica, etc., son en algún grado finitos.

### **3.2. Desarrollo sustentable y sustentabilidad ambiental. La caña de azúcar**

Las plantas son capaces de almacenar, a través de la fotosíntesis, una cantidad de energía diez veces mayor que el consumo mundial, y unas 200 veces mayor que la energía total de los alimentos que utiliza el hombre. Entender lo anterior significa comprender la importancia de la biomasa en todo intento de desarrollo sostenible y de sustentabilidad ambiental. Mediante la fotosíntesis la energía se almacena en forma de biomasa, liberando oxígeno a la atmósfera y fijando bióxido de carbono, como se ilustra en la siguiente reacción:



Un aspecto indisoluble asociado a esta generación de energía es la contaminación ambiental que provoca, la cual constituye una de las causas de emisión de los gases del efecto invernadero ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NOx}$ ,  $\text{CO}$ ), que provienen, en gran medida, de la amplia variedad de actividades asociadas a su obtención, transformación y utilización. El equilibrio del  $\text{CO}_2$  en su ciclo vegetal-animal ha sido alterado permanentemente por el

hombre, pero en los últimos años esta alteración se ha incrementado fuertemente. Antes de la Revolución industrial (1789), los niveles de CO<sub>2</sub> en la atmósfera no superaban las 300 ppm; en 1989, este valor había aumentado a 350 ppm; sólo siete años después, en 1996, ya alcanzaba las 385 ppm. Tal efecto se estima que hará que para mediados del presente siglo, la temperatura media del planeta se incremente entre 2 y 5°C. Actualmente, las emisiones a nivel mundial son estimadas en 7.5 Gt/año de carbono equivalente, y se distribuyen de la forma siguiente: generación de electricidad = 34%; transporte = 23%; industria = 25%; y residencias = 18% (Osney Pérez Ones, Pedro A. Rodríguez Ramos, Gerardo Lombardi y Romeo Corsini, *Alternativa tecnológica para la producción de alcohol combustible*, Monografía, CUJAE, Cuba-EESC, Sao Paulo, Brasil, 2004, pp. 48).

**Cuadro N° 4**  
**Evolución de los niveles de CO<sub>2</sub> en la atmósfera**

Año	PPM deCO <sub>2</sub>
1789	< 300
1989	> 350
1996	385

(Cuadro construido a partir de datos tomados de Pérez y otros, op. cit.)

**Cuadro N° 5**  
**Emisiones actuales de CO<sub>2</sub> a nivel mundial, por fuente y totales**

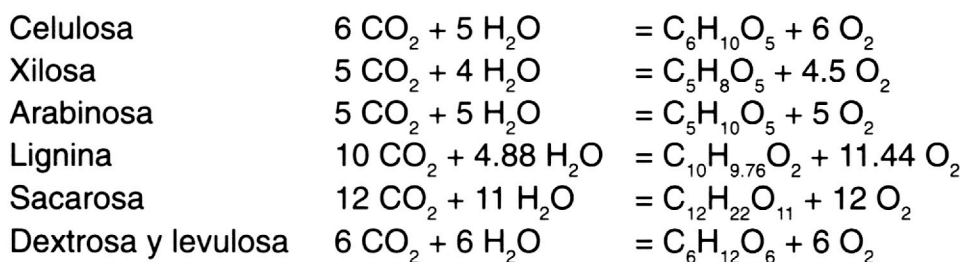
Fuente	Gt/año	%
Generación de Electricidad	2.55	34
Transporte	1.73	23
Industria	1.88	25
Residencias	1.35	18
<b>Total</b>	<b>7.51</b>	<b>100</b>

(Cuadro construido a partir de datos tomados de Pérez y otros, op. cit.)

Pero el uso del etanol como combustible provoca un ciclo que evita la acumulación o la adición neta de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y, por lo tanto, atenúa el efecto invernadero. En lo que sigue se intenta detallar sólo resumidamente tal cuestión.

El nivel de fijación total de CO<sub>2</sub> durante la formación de la biomasa cañera está dado por dos contribuciones: las partes aéreas (tallos, cogollos, hojas), y las raíces; en tanto su magnitud depende de la composición y del aporte a la biomasa total de la planta de cada una de las partes. Esta composición puede considerarse homogénea, y en ella intervienen principalmente sacarosa (alrededor de 12.5%), dextrosa, xilano, celulosa,

levulosa, lignina y otros. La formación de cada compuesto se supone independiente de los restantes, lo que permite caracterizar la formación de la biomasa mediante las siguientes ecuaciones:



A partir de las ecuaciones anteriores y de la composición del cultivo, se ha establecido que el nivel de fijación de  $\text{CO}_2$  es de 11.96 Kilomoles / tonelada métrica de biomasa de caña formada (tallos, hojas, cogollos), que expresado en condiciones normales representan 267.98 NM3 (López, F. A., *Manual práctico de fabricación de azúcar de caña, mieles y siropes invertidos*, Editorial Ciencia y Técnica, 1972).

**Cuadro N°. 6**  
**Indices de fijación de  $\text{CO}_2$**   
**en la formación de la biomasa cañera**

Elemento	Peso molecular, UMA		Peso del compuesto por tonelada de caña integral, Kg	
	Compuesto	$\text{CO}_2$ fijado		$\text{CO}_2$ fijado, Kg
Celulosa	162	264	86.5	140.0
Xilano	148	220	31.4	46.7
Arabinosa	150	220	7.8	11.5
Lignina	161.76	440	31.4	85.5
Sacarosa	342	528	140.4	216.8
Dextrosa	180	264	10.1	14.8
Levulosa	180	264	6.7	9.8
$\Sigma$				526.3
N° de kilomoles				11.96

(Cuadro construido a partir de datos tomados de López, F. A., op. cit.)

Si se incorpora el aporte de fijación de  $\text{CO}_2$  de la raíz del cultivo, el índice anterior se incrementa a 13.48 kilomoles por tonelada métrica de caña integral, equivalentes a 302.0 NM3, según el mismo autor, quien considera un 11% en peso de raíces por tonelada de caña integral.

Si una tonelada de caña integral fija el equivalente a 526.3 kilogramos de anhídrido carbónico, esto significa que un cultivo del orden de 5.5 millones de toneladas métricas

de caña integral, como el que se tiene en el país, fijaría unas tres millones de toneladas de dicho compuesto al año, contribuyendo con ello a disminuir el impacto causado por el mismo si esas tres millones de toneladas hubieran contribuido al efecto invernadero al irse a la atmósfera.

Debemos hacer aquí algunas consideraciones a lo anterior: en primer lugar, nuestros propios cálculos varían un poco de las cifras dadas por López. De acuerdo con ellos, consideramos que una tonelada de biomasa de caña formada fija unos 10 kilomoles de  $\text{CO}_2$ , equivalentes a unos 445 kilogramos de dicho compuesto. Con ello, la caña de azúcar en El Salvador estaría fijando, y con ello disminuyendo el efecto invernadero, unos 2.5 millones de toneladas de  $\text{CO}_2$  por año, cifra que difiere un tanto de la que resulta aplicando los cálculos de López. En todo caso, la contribución es, como puede verse, apreciable y beneficiosa para el ambiente.

Las operaciones del proceso de producción de azúcar que provocan emisiones de  $\text{CO}_2$  al medio ambiente pueden agruparse en las categorías de impacto siguientes: Las provenientes del empleo de combustibles fósiles (cosecha, transporte, fertilización y uso de plaguicidas y herbicidas); y las provenientes del proceso fabril, donde la fuente de energía es el bagazo y las emisiones de  $\text{CO}_2$  están compensadas por la fijación del mismo cultivo. Las primeras representan un aporte del orden de 25.0 NM3 (Singer, J. G., *Combustion Fossil Power Analysis*, Combustion Engineering, INC, 1981).

Siendo, pues, que los oxigenantes de la gasolina, como el etanol, por ejemplo, se utilizan básicamente para racionalizar el consumo de energía y para preservar un medio ambiente sano, ello significa, considerando también que su conversión de energía térmica en mecánica es más eficiente y por lo tanto reduce el consumo de combustible, que el uso del etanol representa una ventaja en ambos sentidos. Adicionalmente, este no contiene los contaminantes típicos presentes en la gasolina (azufre, benceno, aromáticos, metales pesados, etc.), y produce una combustión limpia y libre de impurezas. De acuerdo con la Asociación de Protección Ambiental (EPA), de los Estados Unidos, adicionar un 6% en volumen de etanol a la gasolina reduce las emisiones tóxicas en un 9% ( $\text{NO}_2$ , compuestos orgánicos volátiles y CO), (Calero, Claudia, y Briceño, Carlos, *Proyecto nacional de oxigenación de las gasolinas en Colombia*, carta trimestral CENICAÑA, N° 4, Colombia, 2003), y la adición de un 10% reduce el nivel de los óxidos de nitrógeno en un 22%, de monóxido de carbono en un 50%, de hidrocarburos en un 3% (Ocampo, Aquiles, *Gasohol: un combustible limpio para Colombia*, Revista Facultad de Ingeniería, N° 17, noviembre, 1998), de  $\text{CO}_2$  en un 5%, (El país. "Uso de etanol como carburante a partir del 2005", publicado en <http://www.construyendo.info/modules.php?op=modload&name=news&file=article&sid=235>, octubre 2004, Cali, Colombia), y de partículas en un 20-30%, (Anónimo, *Bus-Etanol*, publicado en [http://www.cleanairnet.org/infopool\\_es/15251/propertyvalue-17773.html](http://www.cleanairnet.org/infopool_es/15251/propertyvalue-17773.html), 2005), además de aumentar el octanaje

en alrededor de cuatro puntos. Evita además el uso de aditivos antiautodetonantes, como el tetraetilo de plomo, el cual es un tóxico persistente en el medio ambiente, reduciendo la emisión de compuestos orgánicos aromáticos así como las impurezas de naturaleza clorada, sulfurada y organometálica. De acuerdo con la Asociación de Recursos Renovables de Canadá, el agregado de un 10% de etanol como combustible en las gasolinas traería los siguientes beneficios: reducción de un 30% en las emisiones de monóxido de carbono; de un 6% a 10% de las de dióxido de carbono, y también una reducción en la formación de ozono en la red de producción y uso del etanol.

#### **4º. El alcohol carburante y el biodiesel como alternativas en El Salvador**

Hemos intentado argumentar que es importante para El Salvador definirse por el uso de fuentes alternativas de energía, dentro de un programa de política energética claro y consensuado, y, además, que no deben cometerse errores producto de formas ligeras de enfocar la situación o de influencias de modelos extraños no pertinentes ni aplicables a nuestro caso en relación con la selección de estas fuentes alternativas. En nuestra opinión, nuestro país no puede, hoy por hoy, ni debe, por lo tanto, pensar en las celdas de combustible, las baterías electroquímicas, el uso de hidrógeno en sus diferentes formas y aplicaciones, el carbón limpio, la genética, la tecnología nuclear, e incluso la solar y la eólica. No significa esto que acciones y aplicaciones particulares y específicas, muy localizadas y concretas, puedan utilizar convenientemente estas fuentes y sus tecnologías. Lo que se trata de afirmar es que como modelo para el desarrollo de una política nacional no son opciones reales. Las razones son dos, y son claras: no poseemos desarrollo tecnológico ni soporte investigativo sobre ellas, lo cual nos ubica fuera de toda posibilidad de competencia; y no se dan las condiciones ambientales y naturales para su desarrollo. Nuestra opinión corre en el sentido de decidirse por el uso de la energía potencial requerida para el desarrollo de centrales hidráulicas pequeñas y locales en cuanto a la generación de energía eléctrica y la biomasa, y aquí específicamente el alcohol carburante como alternativa para los combustibles utilizados en el transporte público y privado sustitutos de la gasolina.

No debe pensarse, como es usual en nuestro medio, que la biomasa es el recurso de salida que los países desarrollados ofrecen a los subdesarrollados para confirmar sus diferencias. Son los países desarrollados quienes de mayor forma la están aprovechando. Citamos algunos datos: el mayor productor del mundo de alcohol carburante es Estados Unidos de Norteamérica, y no Brasil, como normalmente se cree (U.S. Energy Information Agency, 2003; Homegroun for the Homeland RFA Renewable Fuels As., Feb. 2005). Esta producción supera ya los 30,000 millones de litros al año (de los cuales, 15,000 millones son producidos por Brasil), y de acuerdo con la iniciativa de energía de Brasil propuesta en la cumbre de Río+10 en Johannesburgo en el año 2002, se proyecta un crecimiento espectacular de la misma, en forma tal que al año 2010, o a más tardar el 2020, llegue a

los 130,000 millones de litros por año, sobre la base del objetivo de una participación mundial del 10% de este carburante en el consumo de gasolina mundial. Por otro lado, son los países de Europa Occidental los mayores productores de biodiesel, con el 37.5% de la producción mundial, al año 2004. Las ventajas de la biomasa se extienden a cualquier tipo de desarrollo, y desafortunadamente nuestros países no han logrado convencerse aún de ello.

**Cuadro N°. 7**  
**Producción mundial de biodiesel.**  
**Miles de toneladas. 2004**

Europa Occidental	2400
Asia	700
Norteamérica	400
Europa Oriental	250
El mundo	3750

(Fuente: "Presente y Futuro de los Biocombustibles, 2006",  
Federación Nacional de Biocombustibles, III Asamblea General Ordinaria,  
Corporación para el Desarrollo Industrial de la Biotecnología y Producción Limpia, Colombia.)

**Cuadro N°. 8**  
**Producción mundial de biodiesel.**  
**Miles de toneladas. 1991 - 2004.**

<b>1991</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
<b>0</b>	<b>450</b>	<b>750</b>	<b>1,200</b>	<b>1,750</b>	<b>2,700</b>	<b>3,750</b>

(Fuente: "Presente y Futuro de los Biocombustibles, 2006"  
Federación Nacional de Biocombustibles, III Asamblea General Ordinaria,  
Corporación para el Desarrollo industrial de la Biotecnología y la Producción  
Limpia de Colombia.)

La producción mundial de biodiesel ha crecido, desde su inicio en 1991, hasta 3,750 miles de toneladas en el 2004, como se apunta. Este crecimiento fue particularmente acelerado a partir del año 2000, en el cual la tecnología para su producción alcanzó niveles aceptables desde el punto de vista comercial. Para el año 2004, según la Corporación para el Desarrollo Industrial de la Tecnología y la Producción Limpia de Colombia, la participación mundial de los aceites vegetales en la producción de este biodiesel alcanzó los 135 millones de toneladas (9.8%), contra 1,381 millones de toneladas del diesel mismo (90.2%).

La producción de biodiesel exige el desarrollo agrícola de oleaginosas. La palma africana es la típicamente considerada en el momento como la mejor alternativa. En nuestro país se habla de otros cultivos, a nivel experimental. Exige además la producción de metanol para el desarrollo de las reacciones de esterificación de los aceites. En nuestro caso, la caña de azúcar es el elemento apropiado. La tecnología de producción de alcohol carburante (alcohol combustible, alcohol anhidro), es de muy alto nivel en el mundo; y a nivel agrícola, los rendimientos han superado los 6500 litros de alcohol carburante por hectárea de caña de azúcar en el Brasil, y los 9000 litros por hectárea en el privilegiado valle del Cauca en Colombia. Las expectativas de desarrollo de hidrólisis enzimática y ácida sobre materiales celulósicos, particularmente el bagazo de caña, indican que para obtener los mismos rendimientos anteriores, las superficies podrán ser reducidas hasta en un 25%. El uso del maíz, en cambio, exige casi dos o tres veces más superficies de cultivo que la caña de azúcar, y, en cambio, la remolacha azucarera exige entre 1/3 y 1/2 de las superficies exigidas por la caña de azúcar. Una producción simultánea de alcohol carburante (sustituto de la gasolina) y de biodiesel (sustituto del diesel), exige inevitablemente una adecuada relación de producción de ambos; y ello, a su vez, una adecuada proporción en las áreas destinadas a los cultivos.

En lo que sigue a continuación, se intenta exponer las posibilidades reales para este desarrollo de fuentes alternativas de carburantes en el país.

#### **5º. Una aproximación de solución nacional al problema de los combustibles. Cinco condiciones necesarias**

Como suele suceder, ante la grave y presente crisis de los energéticos a nivel mundial, y, en particular, de los combustibles utilizados para el transporte, y ante la ausencia de una política energética nacional, el país ha optado apelando a lo coyuntural, al *para mientras*, a lo emergente. En este contexto, el uso de combustibles alternativos a los derivados del petróleo surge como posibilidad, junto con la promoción de prácticas y hábitos de ahorro. Dentro de estas últimas se habla de prácticas de buen manejo, de disminución de la circulación vehicular, de cambio de horarios, etc. Ninguna de esas medidas ha podido comprobar su efectividad ni siquiera medianamente. En cuanto a las primeras, se habla del gasohol, del biodiesel, del gas licuado, del gas natural, e incluso, del uso de energía fotovoltaica. Todas estas son alternativas que merecen considerarse, y en nuestro caso, como hemos venido insistiendo, el uso de aquellas fuentes provenientes de la biomasa. Pero es importante puntualizar que para el caso de nuestro país, recurrir a medidas alternativas no significa ir a la raíz del problema. El problema energético nacional, correctamente enfocado, requiere asumir cinco presupuestos esenciales que se exponen a continuación:

- 1) El uso de combustibles alternativos, o de fuentes alternativas de energía, debe interpretarse como una de las posibles vías para racionalizar el problema, pero no representan en sí la solución integral del mismo;
- 2) Una solución integral demanda:
  - a) El establecimiento de una política energética nacional, por lo menos de mediano plazo, en la cual se contemplen todas las alternativas posibles antes de diseñar el modelo;
  - b) La solución del crítico problema del transporte público, que es, de hecho, si no el único, uno de los mayores responsables del problema global. No hay solución posible al problema energético nacional, en todos sus aspectos, si el sistema de transporte público continúa como está; y
  - c) La intervención del Estado como ente regulador, no sólo subsidiario sino regulador, del sistema, y como ente controlador del mismo a la vez.
- 3) De no darse las tres condiciones anteriores, el uso de fuentes alternativas de energía no será una solución real, y lejos de eso, podría volverse un nuevo problema antes que una verdadera solución;
- 4) El uso de alcohol carburante es sólo una de esas fuentes alternativas señaladas; y
- 5) La ayuda externa y el asesoramiento ante nuestra situación debe considerarse como necesaria sólo dentro de sus elementos científicos, tecnológicos y operativos; pero el diseño del sistema sólo puede ser hecho bajo la óptica de nuestras propias condiciones y circunstancias. Traslados de modelos de sistemas utilizados en otras partes del mundo pueden constituir un grave error. Los casos que se comentan muy repetidamente de las experiencias del Brasil y de Colombia no son reproducibles en el país.

## 6º. La relación caña de azúcar-sociedad-economía

Es posible considerar una relación armónica y en equilibrio entre el hombre y la caña de azúcar. Vista esta como recurso, su conceptualización se expone en el cuadro N°. 9 que se presenta a continuación:

**Cuadro N°. 9**  
**Conceptualización de la caña de azúcar como recurso**

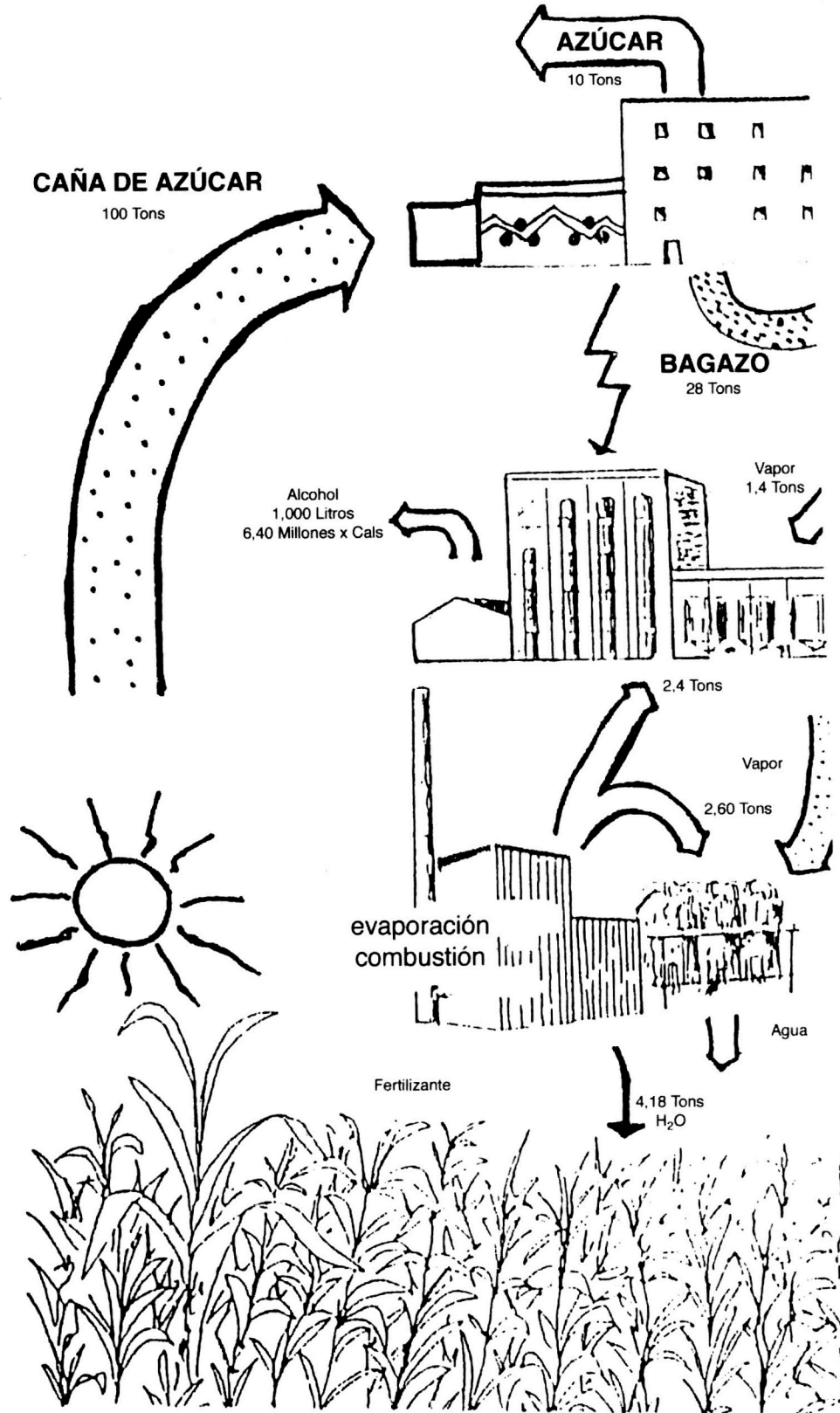
Punto de vista:	Conceptualización
a) Posición en el ciclo agrícola.	Generador de agricultura verdadera, híbrida, herbácea de tipo perenne y preferiblemente de monoproducción.
b) Posición en la industria.	Industria primaria agrícola.
c) Procesos industriales que utiliza.	Físicos, químicos y biológicos.
d) Grados de transformación que sufre en los procesos.	Secundaria y terciaria.
e) Bienes que produce.	De consumo, de primer orden.
f) Mercado de los productos que genera.	De amplitud reducida, con equilibrio de oferta-demanda corto.
g) Estructura oferta-demanda.	De libre competencia.
h) Factor geográfico.	Recurso natural renovable.
i) Concepto funcional del recurso.	Recurso natural común, de corriente y directo.

(Construcción propia.)

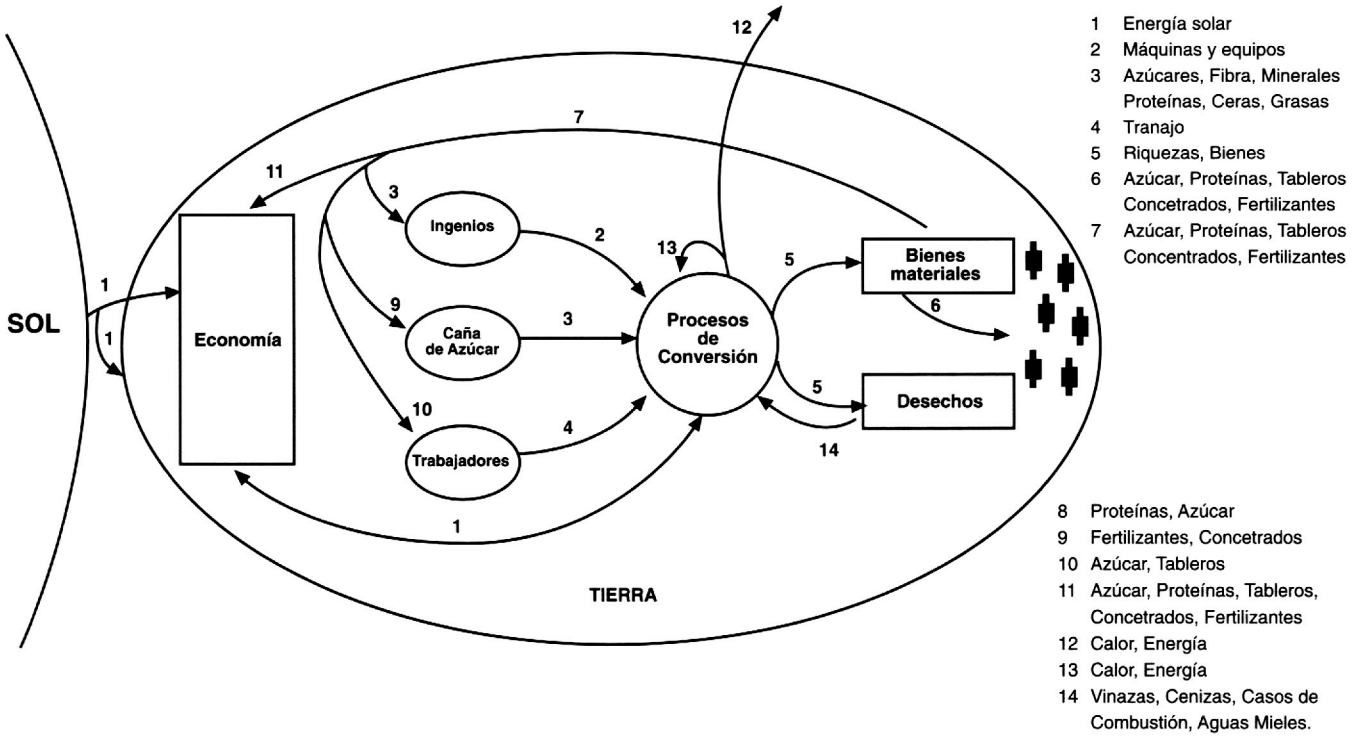
En lo que respecta a su relación con la economía, la industria y la sociedad, esta se muestra en las gráficas N°. 3 y N°. 4. En ellas puede observarse de qué manera una adecuada interacción entre el recurso, los procesos agroindustriales de transformación y los bienes producidos, y, en la misma forma, cómo la energía generada en dichos procesos de conversión, no sólo autosatisfacen los requerimientos de los procesos mismos sino que son capaces de producir y generar excedentes hacia el entorno como producto de un buen uso de la energía solar. Es importante hacer notar la vasta variedad de productos posibles del proceso agroindustrial de la caña de azúcar: azúcar, fibra, proteína, minerales, grasas, ceras, y de ellos, tableros de fibra, papel, alimentos, concentrados para alimentación animal, fertilizantes, vinazas concentradas, etc., y cómo estos no sólo pueden ir directamente a la satisfacción de las necesidades humanas sino también a incorporarse al sistema económico en forma de insumos, y al mismo sector del cual provienen. Esto es lo que constituye precisamente un *ciclo integrado Naturaleza-Sociedad-Economía*. En la gráfica N°. 5 se expone el clásico ejemplo de Paturau que muestra de forma muy aproximada el valor relativo de algunos productos derivados del proceso agroindustrial de la caña de azúcar.

Gráfica N° 3

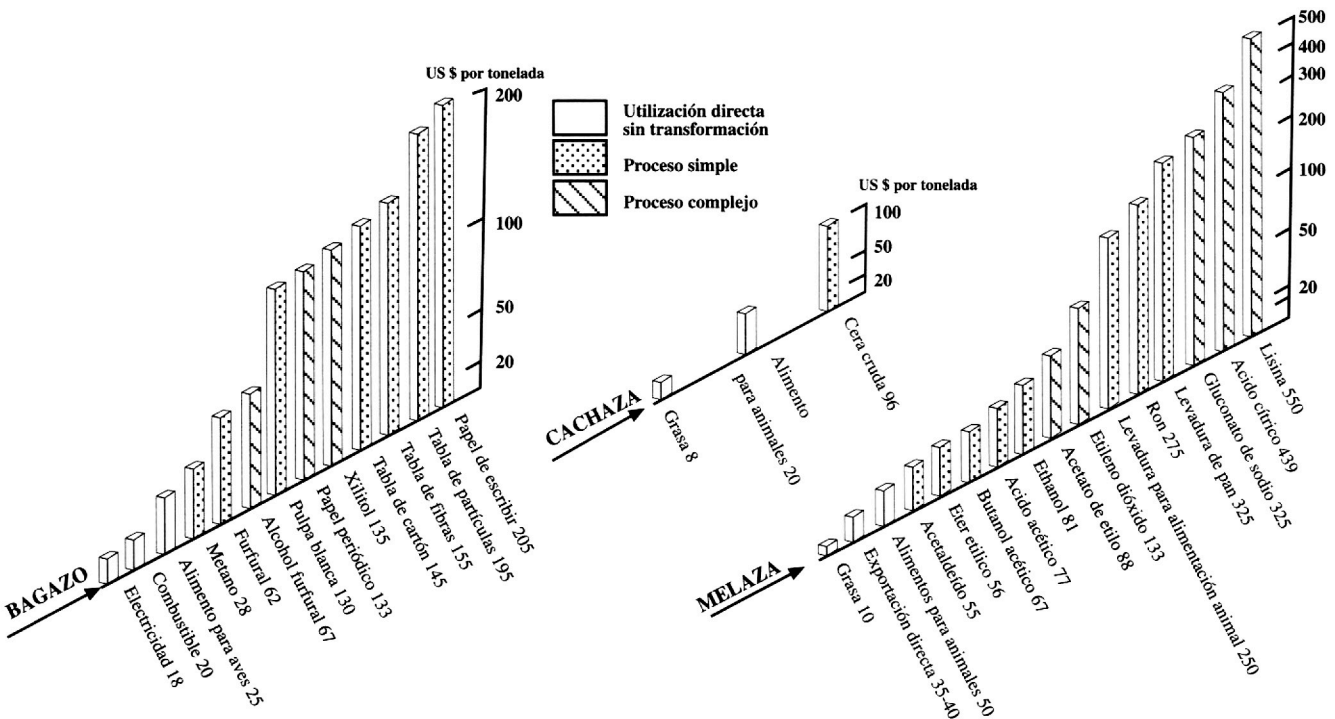
El sistema Caña de Azúcar y su relación. Naturaleza – Sociedad – Economía. 1.



**Gráfica N° 4**  
**El sistema Caña de Azúcar y su relación**  
**Naturaleza – Sociedad – Economía. 2.**



**Gráfica N° 5**  
**Valor relativo de algunos productos obtenibles**  
**del proceso agroindustrial de la Caña de Azúcar.**



## 7º. El subsector cañero-azucarero en El Salvador

### 7.1 Productos y rendimientos

Cien toneladas de caña de azúcar entregada limpia al ingenio, bajo el esquema actual de utilización en El Salvador, producen unas once a doce toneladas de azúcares, unas 25 a 35 toneladas de bagazo, y una cantidad determinada de energía que puede servir a su vez para generar otros bienes (alcoholes, fertilizantes, etc.). Estas son cifras sólo aproximadas, y ellas serán establecidas con precisión cuando se entre en los cálculos y balances correspondientes. Sin embargo, puede decirse con seguridad que bajo el esquema convencional de procesamiento de la caña de azúcar, que es precisamente el que se tiene en El Salvador, una tonelada métrica de caña de azúcar *integral* (y aquí aclaramos que el sistema de medidas utilizado en nuestra agroindustria azucarera no es precisamente el métrico sino una mezcla increíble dentro de la cual la caña se especifica en toneladas cortas, toneladas de 2.000 libras; el azúcar en quintales; el bagazo en toneladas; la melaza en galones, y los rendimientos de azúcar en libras por tonelada y de melaza en galones por tonelada, pero para evitar esta dispersión expresamos lo que sigue en unidades métricas), esto es, la caña como producida en el campo y lista para cortarse y limpiarse pero aún en pie, produce unos 240 kilos de residuos agrícolas (no hay un dato real para este valor, pero el que se expresa es probablemente el más apegado a la realidad; algunas opiniones fijan los residuos agrícolas en un 30% de la caña integral), unos 190-270 kilogramos de bagazo, unos 85 a 90 kilogramos de azúcar, unos 25 a 30 kilogramos de melazas y unos 23 a 25 kilogramos de cachazas. Esto, traducido a caña cosechada y recibida en el ingenio, que es precisamente la que se le paga al cañicultor (la caña tal y como entra al Ingenio para su procesamiento, en su mayoría quemada, y luego de haber separado los llamados *residuos agrícolas*), y que constituye más o menos el 76 % de la caña integral, produce, equivalentemente, unos 300 kilogramos de bagazo, 110 kilogramos de azúcares, 35 kilogramos de mieles finales, y unos 35 kilogramos de cachazas. En los términos utilizados en el país, significa que una tonelada corta de caña de azúcar produce 0.3 toneladas cortas de bagazo, 2.3 quintales de azúcares, 7 galones de melazas y 0.03 toneladas cortas de cachaza.

**Cuadro N° 10**  
**Rendimientos aproximados de los productos**  
**del proceso agroindustrial de la caña de azúcar**  
**en El Salvador**

Producto	Una Ton. Mét. Caña Integral	Una Ton. Mét. Caña Cosechada	Una Ton. Corta Caña Cosechada
Residuos agrícolas	240 kilos	-----	-----
Azúcares	85-90 kilos	110 kilos	2.3 quintales
Bagazo	190-270 kilos	300 kilos	0.3 tons. cortas
Melazas	25-30 kilos	35 kilos	7 galones
Cachazas	23-25 kilos	35 kilos	0.03 tons. cortas

(Construcción propia.)

## 7.2 El sistema. Un poco de historia.

El subsector cañero-azucarero no ha variado sustancialmente desde hace por lo menos los últimos cincuenta años. Se dice que la explotación de este cultivo se origina en las zonas central y norte del país, concretamente en los departamentos de San Salvador, San Vicente, Cuzcatlán y Chalatenango. Hay opiniones respaldadas por la observación directa de viejas instalaciones industriales, así como por testimonios de personas que participaron en esta actividad, que fijan sus inicios en la zona de Panchimalco, en donde, hasta al menos hace unos treinta años, habían todavía vestigios de dichas instalaciones dedicadas a la molienda de caña de azúcar. El producto principal era, a la época en que estas funcionaron, el alcohol, y posteriormente, la panela, cuyos mercados seguían la ruta principal, Panchimalco-Cojutepeque-Choluteca. Sólo posteriormente, el cultivo se amplió, originándose una febril producción de panela en las zonas central, paracentral y norte del país durante los primeros años del siglo XX, y posteriormente volcándose a la producción de azúcar, ya para la década de los años 30 y 40 de dicho siglo.

Es interesante resaltar que el principal cambio ocurrido en el subsector es el que se da a comienzos de la década de los cincuenta. Antes de ella, la característica del mismo era la de un típico sector agrícola al cual apuntaba de alguna manera la actividad industrial, esto es, la industria como producto del campo, y en este caso, pequeños y numerosos ingenios rodeando las grandes haciendas cañeras que los abastecían. Este sistema tenía la particularidad del casi nulo costo de la cosecha, aunado ello a un sistema de cultivo tradicional, casi natural, y a un rudimentario y naciente uso de tecnología industrial. Para 1932 existían en El Salvador unos treinta ingenios azucareros que trabajaban bajo esta modalidad de *cultivo zonificado*, que disponían de su propia *fábrica de azúcar mascabado* con subproducción de *miel de purga*. Esto cambió fuertemente en los años sesenta, cambio que se ha acentuado en la época actual, en la que pocos y grandes ingenios utilizando tecnología bastante actualizada se abastecen de caña de azúcar desde prácticamente todos los cultivos existentes en todo el país. Ello ha incrementado de manera fuerte los costos de la cosecha, sobre todo del transporte, y ha hecho vulnerables a los cañicultores, que no han sabido reaccionar y acomodarse convenientemente al cambio en el modelo.

Actualmente ha habido algunos cambios tecnológicos en los ingenios que se encuentran funcionando. Básicamente estos se ubican en el departamento de extracción (preparación de caña y molienda), y en los servicios (Calderas, Turbinas y Generación Eléctrica). Más que cambio tecnológico, se aprecia un serio intento de aumento en la capacidad instalada. Central Izalco, el ingenio más grande del país, se acerca ya a las 10000 toneladas cortas de caña de azúcar molida por día, con cogeneración eléctrica acoplada. Y definitivamente, un disperso esquema de cultivo y cosecha, en donde caña cultivada y cosechada en el oriente del país es procesada en el occidente, y de igual manera, caña cultivada y cosechada en el norte del país es procesada en el oriente del mismo, sólo para hacer

gráfica la idea, lo cual como decimos, influye grandemente en los sistemas y costos de cosecha, e incrementa el impacto ambiental. La introducción de nuevas semillas y un apreciable grado de mecanización de la cosecha son otros de los elementos que se deben apreciar. Pero, en cuanto a su diversificación e integración industrial, mayores grados funcionales de transformación, aumento en el valor agregado en los actuales subproductos, esto es, en lo que se refiere a desarrollo y actualidad industrial, los cambios han sido realmente leves.

**Cuadro N° 11**  
**El Salvador. Ingenios azucareros existentes en diferentes épocas**

1932	1975	2006
El Angel, Apopa	El Angel, Apopa	El Ángel, Apopa
La Cabaña, El Paisnal	La Cabaña, El Paisnal	La Cabaña, El Paisnal
San Francisco, Suchitoto	San Francisco, Suchitoto	
Colima, Suchitoto	Colima, Suchitoto	
San Esteban, Chalatenango	San Esteban, Chalatenango	
Chanmico, Quezaltepeque	Chanmico, Quezaltepeque	Chanmico, Quezaltepeque
Talcualhuya, Tacachico	Talcualhuya, Tacachico	
San Isidro, San Julián	San Isidro, San Julián	
El Carmen, San Julián	El Carmen, San Julián	
Los Lagartos, San Julián		
	Central Izalco, Izalco	Central Izalco, Izalco
La Labor, Ahuachapán		
	Ahuachapán, Ahuachapán	
Prusia, Soyapango		
El Castaño, Nejapa	El Castaño, Nejapa	
Magdalena, Chalchuapa	Magdalena, Chalchuapa	Magdalena, Chalchuapa
	Central Jiboa, San Vicente	Central Jiboa, San Vicente
		Chaparrastique, San Miguel
El Trapichito, Suchitoto		
San Antonio		
La Joya		
Santa Isabel		
Elena		
El Platanar		
Santa María		
Ayuta		
San Nicolás		
San Andrés, Sitio del Niño		
La Laguna, Santa Tecla		
Santa Emilia		
Omoa		
La Fincona		
Miramar		

(Construcción propia.)

### 7.3 El mercado del azúcar y su incidencia en la economía nacional

Mientras el consumo interno ha crecido al ritmo del crecimiento natural de la población, el saldo exportable al mercado mundial, que es vendido normalmente a precios deprimidos y deficitarios, lo ha hecho a tasas sustancialmente mayores. Ello es el resultado de un incremento de la superficie cosechada y del cultivo, y con ello, de la capacidad instalada en los ingenios, desordenado y no planificado, y ha ocasionado un bajo precio ponderado de la venta de azúcar a los tres mercados de destino (consumo interno y mercado americano, de buen precio ambos, y mercado mundial, de precio deprimido). Adicionalmente a ello, la falta de zonificación y correlación entre las capacidades instaladas en los ingenios y las zonas cañeras ha originado un incremento en los costos de la cosecha, sobre todo debido al factor transporte, que ha venido a afectar sensiblemente las inversiones en los cultivos y las utilidades en los cañicultores, haciendo que los rendimientos y las eficiencias de campo no crezcan en la medida en que debieran haberlo hecho. Por ejemplo, en el año zafra 2003-2004, mientras la población creció a un ritmo de 1.85%, el consumo interno de azúcar prácticamente no tuvo variación significativa, pero el saldo exportable al mercado mundial creció un 13.67%. La comercialización para el mercado interno de los productos generados en el subsector, básicamente azúcar y melaza, es oligopólica, y los precios de los productos en este mercado son fijados por los mismos productores, sin intervención real de ninguna clase por parte del Estado, a través de un organismo, el Consejo Salvadoreño de la Agroindustria Azucarera (CONSAA) manejado por los productores mismos aunque formalmente de carácter oficial. En cuanto a la comercialización externa, los productos son también manejados por una empresa que es propiedad de las empresas azucareras.

La intervención de la caña de azúcar dentro del sector agrícola ha aumentado ligeramente, del 4.43% en 1992 hasta el 5.71% en el 2003, en términos del PIB. Por su parte, el aporte del azúcar, en los mismos términos, en el sector manufacturero, ha crecido del 5.03% en 1992 hasta el 6.79% en el 2003. Esto representa un porcentaje del PIB total del país que ha variado desde 1.87% hasta 2.26%.

De todo lo anterior, puede decirse que aunque el subsector caña de azúcar sigue siendo una de las pocas actividades sanas y rentables dentro de nuestra economía, el que su comportamiento siga la pauta tradicional no le permite que esta sanidad y rentabilidad aumenten, como podría suceder si se modificara el sistema y su mismo modelo. En los cuadros 12 a 20 se muestran algunos datos sobre el sistema de producción, el mercado, el sistema de comercialización y el aporte a la economía nacional del subsector cañero-azucarero, que apoyan lo afirmado anteriormente.

**Cuadro N°. 12**  
**Producción de caña, área cultivada, rendimiento agrícola e industrial, consumo y exportaciones de la agroindustria azucarera, El Salvador 1980-2005**

Zafra	producción caña (TC)	Área sembrada (Mz)	Rendimiento agrícola (TC/Mz)	Rendimiento agrícola (QQ/Mz)	Rendimiento industrial (QQ/TC)	Producción azúcar (QQ)	Consumo interno (QQ)	Exportación azúcar (QQ)
80/81	1,982,718	38,000	52.18	99.66	1.91	3,782,940	2,899,988	750,518
81/82	2,117,462	39,200	54.02	107.49	1.99	4,227,774	3,003,654	1,151,162
82/83	2,711,400	45,000	60.25	113.28	1.88	5,095,145	3,119,227	1,277,508
83/84	3,119,115	48,600	64.18	109.75	1.71	5,326,062	3,175,311	1,580,008
84/85	3,212,738	52,000	61.78	118.83	1.81	5,817,336	3,212,516	2,710,168
85/86	3,429,191	55,200	62.12	106.23	1.71	5,878,090	3,456,000	1,337,428
86/87	3,184,611	58,750	54.21	91.61	1.69	5,375,393	3,231,000	2,413,606
87/88	2,526,908	48,300	52.32	84.75	1.62	4,105,707	3,283,000	1,336,815
88/89	2,290,295	41,300	55.46	92.61	1.67	3,824,674	3,149,619	682,724
89/90	2,939,576	45,600	64.46	101.85	1.58	4,637,639	3,691,000	1,230,000
90/91	3,582,610	60,751	58.97	97.89	1.66	5,944,413	3,846,236	1,817,600
91/92	4,229,645	68,506	61.74	109.9	1.78	7,515,646	4,091,257	3,236,890
92/93	3,899,425	74,081	52.64	95.27	1.81	7,048,910	4,182,142	2,756,135
93/94	3,562,635	67,795	52.55	103.52	1.97	7,029,078	4,433,783	2,637,000
94/95	3,511,297	62,114	56.53	109.1	1.93	6,776,661	4,498,781	2,176,661
95/96	3,477,812	62,584	55.57	107.25	1.93	6,728,587	4,459,790	2,105,500
96/97	4,342,953	76,173	57.01	114.03	2.00	8,668,436	4,600,000	4,068,436
1997/98	5,561,045	110,000	50.55	93.53	1.85	10,277,597	4,750,000	5,527,597
1998/99	5,309,298	104,000	51.05	95.26	1.87	9,906,986	4,798,000	5,108,986
1999/00	5,237,803	99,000	52.91	111.16	2.10	11,004,626	4,693,739	6,310,887
2000/01	5,093,181	90,250	56.43	119.18	2.11	10,755,905	4,931,111	5,824,794
2001/02	4,932,516	90,000	54.65	114.3	2.09	10,315,623	4,950,000	5,365,623
2002/03	4,924,382	88,571	52.19	112.2	2.15	10,586,072	4,975,454	5,610,618
2003/04*	5,157,971	88,571	58.24	129.9	2.23	11,503,612	5,004,071	6,499,541
2004/05**	5,178,000	86,800	59.65	132.5	2.22	11,500,000	5,002,500	6,497,500

Fuente: Consejo Salvadoreño de la Agroindustria Azucarera (CONSAA), y Asociación Azucarera de El Salvador

\* Cifras preliminares

\*\* Proyecciones

**Cuadro N° 13**  
**El Salvador. Población proyectada, por área y sexo, según año.**  
**1995 – 2010.**

	POBLACIÓN PROYECTADA											
	TOTAL			URBANA			RURAL					
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
1995	5,668,605	2,776,269	2,892,336	3,216,533	1,542,163	1,674,370	2,452,072	1,234,106	1,217,968	2,452,072	1,234,106	1,217,968
1996	5,787,093	2,835,313	2,951,780	3,305,082	1,585,186	1,719,896	2,482,011	1,250,127	1,231,884	2,482,011	1,250,127	1,231,884
1997	5,908,460	2,895,114	3,012,346	3,394,950	1,629,017	1,765,933	2,513,510	1,267,097	1,246,413	2,513,510	1,267,097	1,246,413
1998	6,031,325	2,957,835	3,073,491	3,485,485	1,673,250	1,812,215	2,545,861	1,284,585	1,261,276	2,545,861	1,284,585	1,261,276
1999	6,154,312	3,019,645	3,134,667	3,575,957	1,717,489	1,858,468	2,578,355	1,302,156	1,276,199	2,578,355	1,302,156	1,276,199
2000	6,276,037	3,080,704	3,195,333	3,665,747	1,761,327	1,904,420	2,610,290	1,319,377	1,290,913	2,610,290	1,319,377	1,290,913
2001	6,396,890	3,141,208	3,255,682	3,754,903	1,804,804	1,950,099	2,641,987	1,336,404	1,305,583	2,641,987	1,336,404	1,305,583
2002	6,517,798	3,201,720	3,316,078	3,843,878	1,848,194	1,995,684	2,673,920	1,353,525	1,320,394	2,673,920	1,353,525	1,320,394
2003	6,636,168	3,261,938	3,376,230	3,932,569	1,891,429	2,041,140	2,705,599	1,370,509	1,335,090	2,705,599	1,370,509	1,335,090
2004	6,757,408	3,321,564	3,435,844	4,020,878	1,934,445	2,086,433	2,736,530	1,387,119	1,349,411	2,736,530	1,387,119	1,349,411
2005	6,874,925	3,380,300	3,494,626	4,108,703	1,977,177	2,131,526	2,766,223	1,403,123	1,363,100	2,766,223	1,403,123	1,363,100
2006	6,990,658	3,438,107	3,552,551	4,195,925	2,019,556	2,176,369	2,794,733	1,418,551	1,376,182	2,794,733	1,418,551	1,376,182
2007	7,104,999	3,495,190	3,609,809	4,282,608	2,061,628	2,220,980	2,822,391	1,433,562	1,388,829	2,822,391	1,433,562	1,388,829
2008	7,218,046	3,551,601	3,656,447	4,368,939	2,103,496	2,265,443	2,849,109	1,448,105	1,401,004	2,849,109	1,448,105	1,401,004
2009	7,329,898	3,607,385	3,722,513	4,455,097	2,145,251	2,309,846	2,874,801	1,462,134	1,412,667	2,874,801	1,462,134	1,412,667
2010	7,440,662	3,662,603	3,778,059	4,541,282	2,187,003	2,354,279	2,899,380	1,475,600	1,423,780	2,899,380	1,475,600	1,423,780

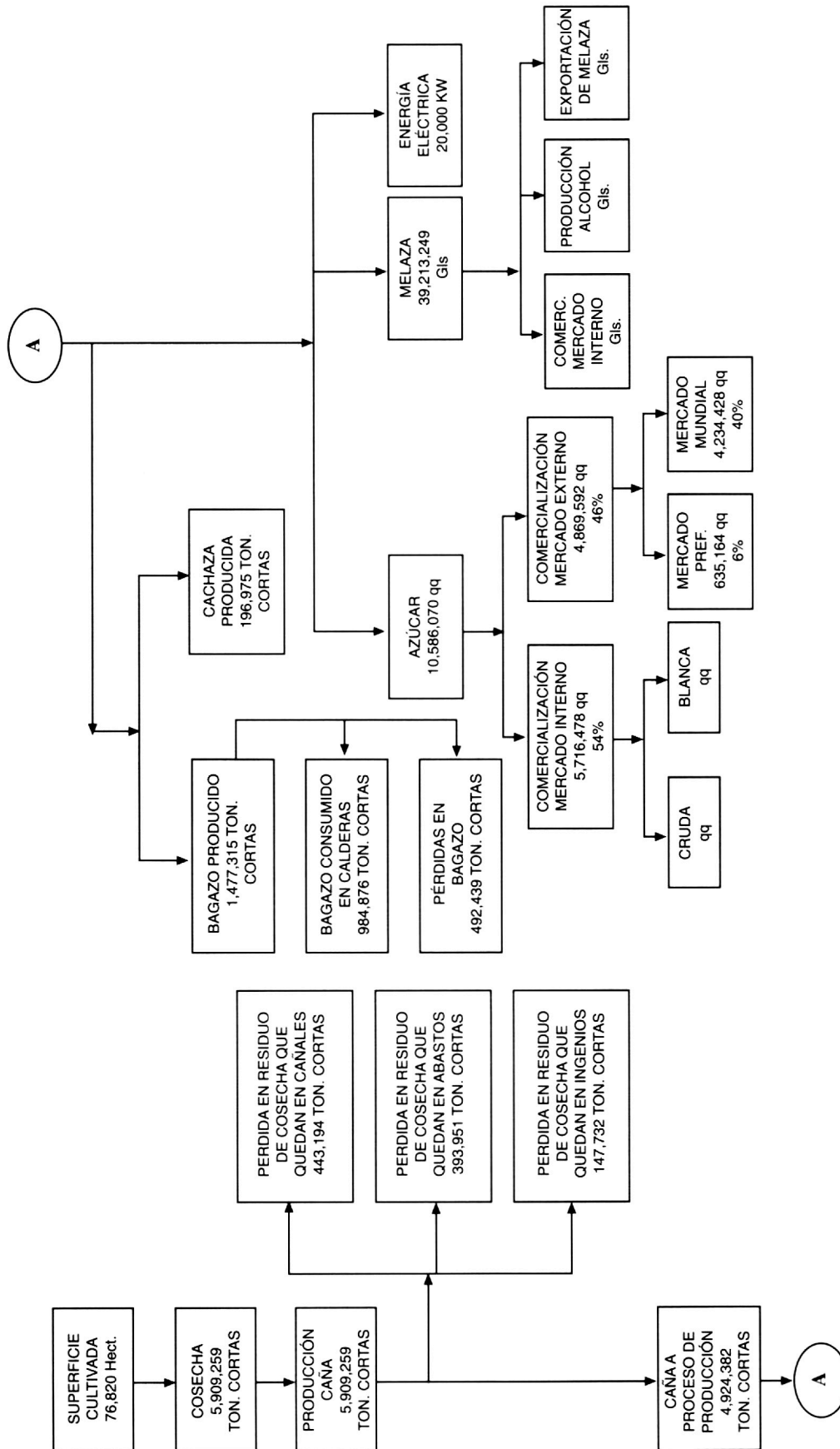
Fuente: Proyecciones de Población de El Salvador 1995-2025

**Cuadro N° 14**  
**Comparación del crecimiento anual de la producción y consumo,**  
**de Azúcar, con respecto a la población. 1996 – 2004.**

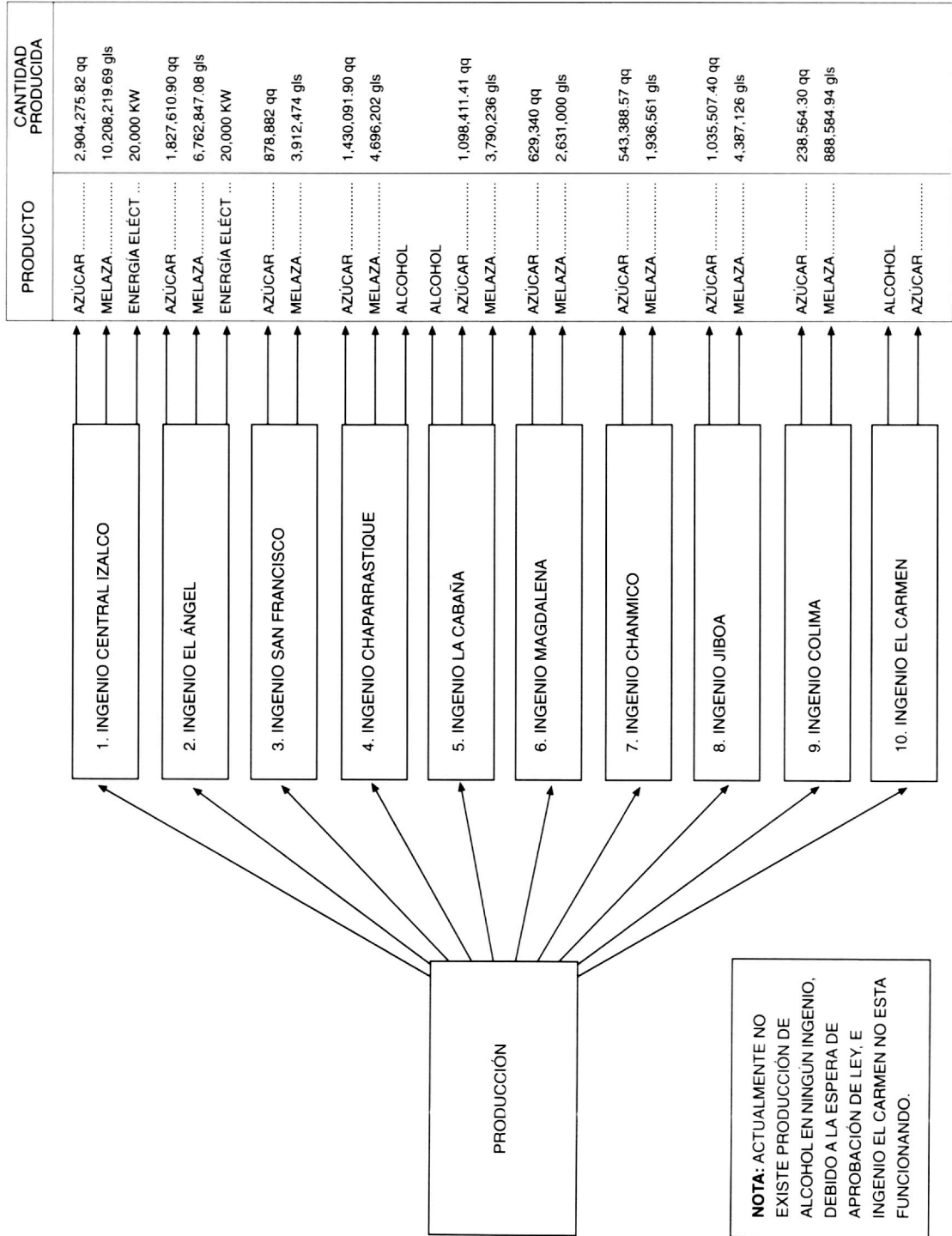
Zafra	Población	Crecimiento anual de la población	Producción (qq)	Crecimiento anual de la producción	Consumo interno (qq)	Crecimiento anual de consumo interno	Saldo exportable	Crecimiento anual de saldo exportable
1996-1997	5787093	2.04%	8668436	21.82%	4600000	3.04%	4,068436	44.23%
1997-1998	5908460	2.10%	10277597	15.65%	4750000	3.15%	5,527597	26.39%
1998-1999	6031326	2.08%	9906986	-3.74%	4798000	1.00%	5,108986	-8.19%
1999-2000	6154312	2.04%	11004626	9.97%	4693739	-2.22%	6,310887	19.4%
2000-2001	6276037	1.98%	10755905	-2.31%	4931111	4.81%	5,824794	-8.34%
2001-2002	6396890	1.92%	10315623	-4.26%	4950000	0.51%	5,365623	-8.55%
2002-2003	6517798	1.89%	10586072	2.55%	4975454	0.57%	5,610618	4.36%
2003-2004	6638168	1.85%	11503612	7.97%	5004071	-0.03%	6,499541	13.67%

(Construcción propia)

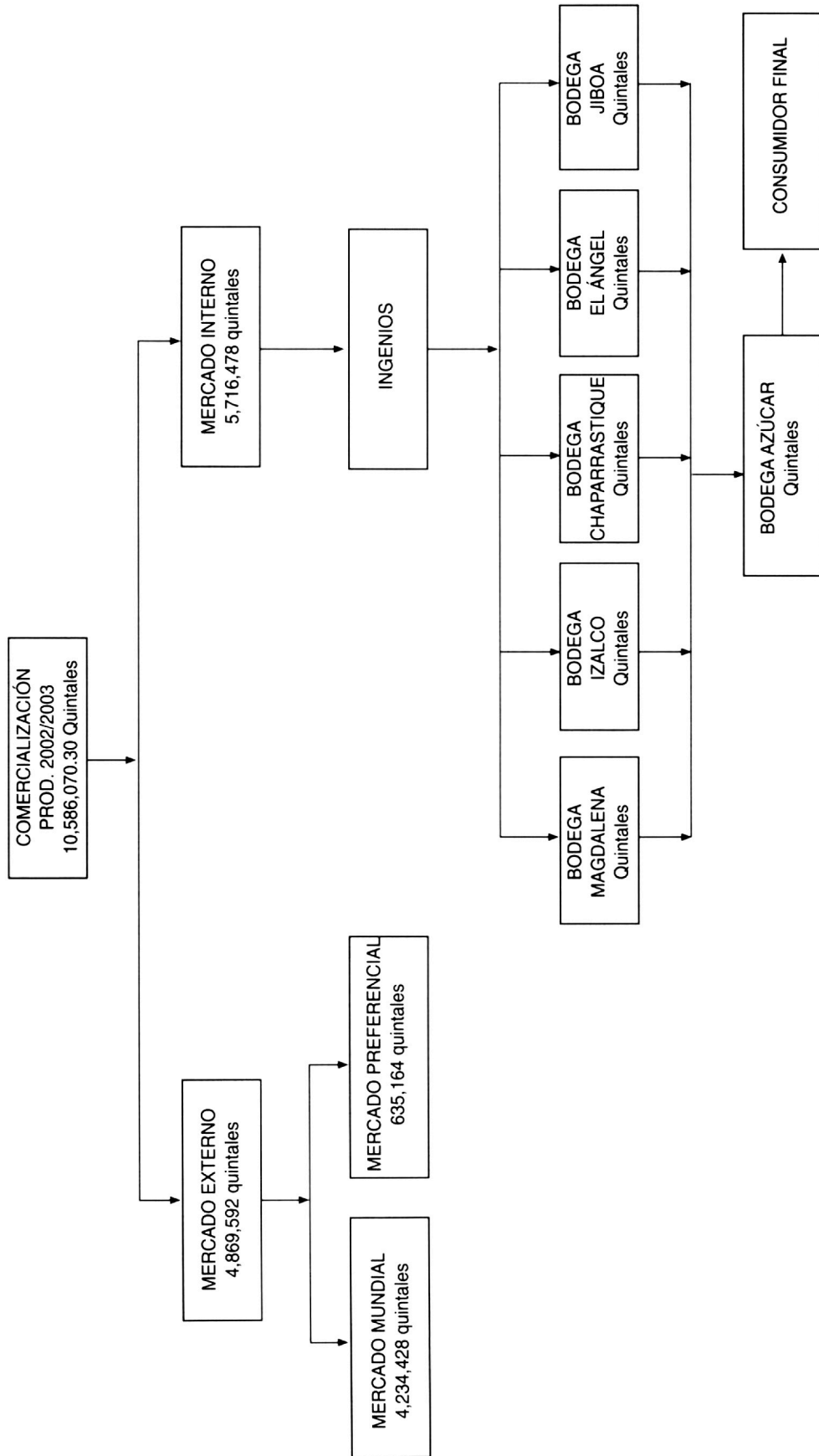
**Cuadro N° 15**  
**El sistema nacional Caña de Azúcar.**



**Cuadro N° 16**  
**El subsistema nacional de producción azucarera.**



**Cuadro N° 17**  
**El subsistema nacional de comercialización de azúcar.**



**Cuadro N° 18**  
**Resultados finales de la zafra 2004 – 2005.**

Ingenio	Total caña molida T.C.,	Caña quemada no programada (Tc)	Área sembrada cosechada (Mz)	Rendimiento físico MZ/TC	Azúcar Producida (Q.Q.)			Azúcar en proceso (Q.Q.)	Rendimiento físico medio (LBS/TC.)	RDTO. Físico Ant. (LBS/TC.)	Melaza producida (GLS)	Melaza Rdtio. físico medio (GLS/TC.)	% Tiempo perdido	Fecha inicio Zafra	Fecha fin Zafra	Días de Zafra	% De Part.
					CRUDA	BLANCA	TOTAL										
IZALCO	1.362.978.67	164.297.00	17.344.28	78.58	2.106.370.69	1.199.036.23	3.305.406.92	0.00	242.51	242.98	8.998.974.30	6.60	2.82	22/11/04	04/04/05	134	27.18
EL ANGEL	868.995.45	164.297.00	13.472.80	64.50	1.197.146.60	849.384.00	2.046.530.60	0.00	235.51	235.38	6.406.839.00	7.37	7.89	29/11/04	11/04/05	134	16.83
CHAPARRASTIQUE	727.108.58	139.434.49	11.153.68	65.19	1.024.585.10	640.478.00	1.665.063.10	0.00	229.00	230.41	5.262.000.00	7.24	8.13	29/11/04	15/04/05	137	13.69
LA CABAÑA	710.357.47	56.115.00	11.258.49	63.10	959.536.64	620.263.00	1.579.799.64	0.00	222.40	222.50	5.203.316.00	7.32	9.24	25/11/04	07/04/05	134	12.99
INJBOA	566.896.35	99.260.00	11.337.93	50.00	776.268.80	507.588.00	1.283.856.80	0.00	226.47	226.50	4.544.188.00	8.02	12.87	29/11/04	10/04/05	130	10.56
SAN FRANCISCO	468.553.24	66.922.86	8.116.21	57.73	623.700.00	430.349.00	1.054.049.00	0.00	224.96	224.54	3.851.630.00	8.22	7.89	09/12/04	01/05/05	144	8.67
CHANMICO	305.483.68	46.442.81	4.386.64	69.64	298.252.00	308.772.00	607.024.00	0.00	198.71	196.48	2.378.318.00	7.79	24.79	29/11/04	23/04/05	146	4.99
LA MAGADALENA	270.061.27	17.954.00	4.600.17	58.71	333.817.50	285.110.00	618.927.50	0.00	229.18	228.60	2.137.000.00	7.91	6.52	13/12/04	07/03/05	84	5.09
TOTAL	5.280.434.72	674.367.05	81.670.20	64.66	7.319.677.33	4.840.980.23	12.160.657.56	0.00	230.30	230.28	38.782.266.30	7.34					100.00

**Cuadro N° 19**  
**Aporte de la caña de azúcar a la actividad agrícola**  
**en el producto interno bruto**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
PORCENTAJE	4.43	4.65	4.51	4.30	4.49	5.61	6.49	5.84	5.95	5.96	5.83	5.71
ACTIVIDAD AGRÍCOLA (millones)	6722.8	6549.6	6394.0	6683.1	6814.4	6791.0	6743.3	7260.0	7032.0	6846.1	6855.9	6863.2
CAÑA DE AZÚCAR (millones)	297.9	304.7	288.5	287.2	306.2	381.0	437.7	424.2	418.5	408.2	399.6	392.2

**Cuadro N° 20**  
**Aporte del azúcar a la actividad manufacturera**  
**en el producto interno bruto por rama de actividad total**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
PORCENTAJE	5.03 %	6.50 %	6.19 %	5.75 %	6.12 %	6.97 %	7.07 %	7.08 %	7.09 %	7.03 %	6.71 %	6.79 %
ACTIVIDAD MANUFACTURERA PBI (millones)	9219.4	9078.8	9748.9	10416.9	10578.8	11445.2	12204.1	12654.3	13178.8	13712.0	14106.4	14429.3
AZÚCAR PIB (millones)	463.5	590.2	603.8	599.4	647.9	798.2	863.5	896.7	934.9	964.5	946.0	980.1
PORCENTAJE PIB TOTAL	1.87	2.05	1.93	1.80	1.90	2.26	2.40	2.36	2.36	2.36	2.26	2.26
MILLONES DE COLONES (PIB) TOTAL	40642.7	43638.0	46278.2	49237.7	50247.1	52204.0	54161.6	56029.5	57235.8	58214.1	59512.2	60602.7

Estos cuadros han sido tomados de los informes de producción del CONSAA, o contruidos sobre la base de datos e información proporcionados por dicha entidad estatal, en lo que se refiere al subsector cañero-azucarero. El cuadro que muestra la proyección del crecimiento de la población nacional tiene como fuentes al MAG y a la DIGESTYC. Los relativos a los aportes del subsector al PIB tienen como fuente los datos del Banco Central de Reserva.

## 8º Escenarios posibles dentro de un programa de diversificación de la actividad productiva alrededor de la caña de azúcar

Se plantean muchos escenarios posibles para la diversificación de la actividad productiva alrededor de la caña de azúcar. Estos escenarios deben necesariamente considerar factores no sólo técnicos sino propios del entorno en el que serán puestos en práctica. Particularidades del cultivo y de la cosecha son medularmente importantes, y también, indudablemente, las características técnicas y funcional-operativas de las instalaciones industriales actuales. Capacidades y condiciones en la generación de vapor y energía eléctrica, disponibilidad de insumos, en algunos casos cuestión medular, como por ejemplo en la fabricación de pulpa y papel, demanda y precios de los productos en los mercados accesibles, condiciones y regulaciones ambientales, oferta y disponibilidad de mano de obra calificada y capacitada, etc., deben considerarse en el momento de decidirse por uno u otro escenario.

En los últimos años se viene manifestando una tendencia hacia la consideración de escenarios concretos. De estos, los principales se exponen en el Cuadro N° 21, nombrados con las letras A a F (Jesús Mena Orama y Leonel González Penichet, *La agroindustria de la caña de azúcar en un marco de desarrollo sostenible*, monografía, Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, La Habana, 1997). Estos, partiendo del *tradicional* o *convencional*, A, cuyo sólo objetivo es producir azúcares y *subproductos*, y que es el que en términos generales opera en El Salvador, llegan hasta el último, F, llamado *Escenario ecológico*, en el cual la diversificación alcanza los productos siguientes: azúcares, alcohol, biogás, electricidad y derivados del bagazo. Probablemente alguno o algunos de nuestros ingenios se puedan ubicar ya dentro del llamado *Escenario convencional mejorado*, B, en el cual la cogeneración de energía eléctrica se fortalece mediante una racionalización y una mejor eficiencia en el balance energético global del ingenio. Los escenarios C, D y E no se utilizan en el país, y el segundo de ellos, *Escenario energético integral*, y el tercero, *Escenario energético alternativo*, cuyos objetivos corren en la dirección de la producción de alcohol, electricidad y biogás, adicionalmente al azúcar, no parecen estar en la mente ni en la posibilidad de nuestro sector industrial azucarero. Con la agudización de la crisis de los energéticos, y con ella, de los combustibles derivados del petróleo, todo parece que la alternativa C, *Escenario integrado*, es, al menos, la opción cercana. Esto, sin embargo, en nuestra opinión, puede ser un error grave a corto plazo. El *Escenario integrado* busca producir, adicionalmente al azúcar, alcohol, y cantidades discretas de energía eléctrica. Ello se obtiene mediante la incorporación de una destilería anexa al ingenio, y mediante la introducción de mejoras en el proceso, sobre todo en las operaciones unitarias que tienen que ver con procesos de transferencia de calor, para optimizar el balance energético en el proceso global. En el mismo cuadro N° 21 pueden observarse las características de dichos escenarios. Como puede verse, los llamados *residuos de cosecha* y las cachazas de los filtros siguen considerándose como desperdicios.

**Cuadro N°. 21**  
**Escenarios posibles para la diversificación**  
**de la caña de azúcar.**

<b>Escenario</b>	<b>Objetivo productivo</b>	<b>Características</b>
A Convencional	Caña de azúcar como recurso para producir azúcar	Demanda de energía estructurada para que no haya excedente de bagazo. Mielles finales comercializadas como tal. Residuos de cosecha no se utilizan. Producción de azúcares con una entrega marginal de energía eléctrica cogenerada.
B Convencional mejorado	Lograr un excedente de bagazo mediante mejoras en la eficiencia del proceso para producir energía eléctrica	Mejoras tecnológicas en calentadores, e-vaporadores y cristalizadores. Mielles finales comercializadas como tal. Residuos de cosecha no se utilizan. Producción de azúcares y mayores cantidades de energía eléctrica cogenerada.
C Integrado	Incorporar las mieles finales al proceso de producción de alcohol, manteniendo la eficiencia alcanzada en el escenario anterior.	Se incorpora destilería anexa al ingenio. Mejoras tecnológicas en calentadores, e-vaporadores y cristalizadores. No se utilizan los residuos de cosecha. Producción de azúcar, alcohol y cierta cantidad de energía eléctrica.
D Energético integral	Ampliar la entrega de energía eléctrica renovable: electricidad, biogás y alcohol.	Proceso con sistema de una sola masa cocida. Miel A, jugo residual y jugo de filtros hacia producción de alcohol. Se incorpora la producción de biogás a partir de los mostos de la destilería. Se incorporan los residuos de cosecha a la obtención de energía eléctrica. Producción de azúcares, alcohol, electricidad y biogás.
E Energético alternativo	Maximizar la producción de energía eléctrica y alcohol de forma renovable durante todo el año.	Todo el jugo de la caña hacia producción de alcohol. Residuos de cosecha a la obtención de energía eléctrica. Mostos de la destilería hacia la producción de biogás. Producción de alcohol, energía eléctrica y biogás.
F Ecológico	Diversificación de la estructura de resultados.	Desarrollo de una industria de derivados. Producción de azúcares, alcohol, biogás, electricidad y bagazo para fomentar la industria de derivados.

(Cuadro construido a partir de datos de Mena Orama y González Penichet, po. cit.)

En el Cuadro N°. 22 pueden observarse las condiciones operativas en relación a cada uno de estos escenarios. Los ingenios en El Salvador, excepto dos o tres, trabajan bajo las condiciones de presión y temperatura en el vapor generado correspondientes a los escenarios A y B. Al pasar a los otros, el C incluido, debe aumentarse la presión en el vapor hasta un orden de 28-30 kg/cm<sup>2</sup>, esto es, unas 412-441 psig, y la temperatura hasta unos 400 °C, esto es, unos 752 °F.

**Cuadro N°. 22**  
Condiciones operativas de los diferentes escenarios

Escenario	Presión del vapor generado, kg/cm <sup>2</sup>	Temperatura del vapor generado, °C	Eficiencia de las calderas % *	Vapor en la caña %
A	19	343	58	45
B	19	343	78	38
C a F	28	400	78	38

\* (Establecidas sobre bases no energéticas.)

Sobre la base de *caña integral*, estos diferentes escenarios pueden producir las cantidades de productos que se expresan en el Cuadro N°. 23:

**Cuadro N°. 23**  
Índices de producción de los diferentes escenarios referidos a una tonelada de caña integral

Escenario	vapor	azúcar Kg	alcohol lts	electricidad, bagazo cogener	electricidad, directa	RAC	kwh total	biogás NM3	bagazo kg	RAC kg	cachaza kg
A	BP/MP	72	--	10	--	--	10	--	--	240	18
B	BP	72	--	7	50	--	57	--	--	240	18
	MP	72	--	14	53	--	67	--	--	240	18
C	BP	72	5.4	9.8	43.6	--	53.4	--	--	240	18
	MP	72	5.4	16	49.3	--	65.3	--	--	240	18
D	BP	28	22.5	9	56.7	74.3	140	8.5	--	--	7
	MP	28	22.5	15.5	61.7	87.3	164.5	8.5	--	--	7
E	BP	--	36.8	11.9	60.1	74.3	146.3	13.9	--	--	11.4
	MP	--	36.8	18.2	63.3	87.3	168.8	13.9	--	--	11.4
F	BP	48	15.5	10.7	--	74.3	85	5.9	76.1	--	4.8
	MP	48	15.5	17.9	--	87.3	105.2	5.9	71.6	--	4.8

RAC= Residuos agrícolas de cosecha.  
BP= Baja presión.  
MP= Media presión.

(Cuadro construido sobre la base de datos de Mena Orama y González Penichet, op. cit.)

Los escenarios descritos no son todos accesibles a todos los entornos ni a todas las condiciones locales. Como hemos dicho, en nuestro caso, la incidencia de la crisis energética y las propias condiciones de nuestro subsector cañero-azucarero orientan coyunturalmente al escenario C. Este parece como el más simple, el más inmediato, y el que requiere menor inversión para la reconversión. Aquí deben hacerse dos observaciones:

- a) Dentro del mismo, la producción de azúcares no se modifica, con lo cual se continuaría con los mismos excedentes de producción mundial hacia el mercado mundial, y la producción de alcohol y de energía eléctrica es sólo residual. En lo que concierne a la sobreproducción nacional de azúcares, este escenario no corrige el problema, y en cuanto a la producción de alcohol carburante, la incidencia en el problema energético sería realmente mínima.
- b) Todos los escenarios expuestos representan alternativas de diversificación de la producción, pero no son sistemas integrados de producción. La falta de integración del subsector con otros subsectores agroindustriales impide la utilización eficiente de los *residuos de cosecha*, de las cachazas y de los excedentes de bagazo.

Una selección de un escenario como el C por el solo hecho de su simpleza tecnológica, su inmediatez y su menor nivel de inversión, puede, en las condiciones concretas y particulares del país, llevar a un error en la selección de opciones. En nuestra opinión, el país no sólo requiere diversificar su producción agroindustrial sino también integrar subsectores agroindustriales. Sin embargo, si, como parece, ya las opciones han sido tomadas, debe considerarse el salto funcional hacia el llamado *Escenario Energético Integral*, D, con el cual se maximiza la producción de alcohol, lo que permitirá incidir sensiblemente en nuestro problema energético, eliminando el saldo exportable de azúcares. Dentro de la flexibilidad anterior al sistema, ajustes deben ser hechos en cuanto a los parámetros que determinarían la orientación de la producción de cada uno de los productos.

Debe decirse finalmente que todos los escenarios planteados, y otros existentes, están tecnológicamente probados y desarrollados a escala comercial.

## **9º. Relaciones caña de azúcar-petróleo. Proyecciones de producción nacional**

En el cuadro Nº. 24 se presentan algunas relaciones que permiten afirmar que la caña de azúcar es más beneficiosa como recurso energético que como fuente de azúcar. De acuerdo con ello, si se aprovechara el valor energético contenido en la caña integral, en términos de petróleo equivalente, podría obtenerse un beneficio anual adicional, por hectárea de caña cosechada, del orden de US\$5,577.00, lo cual, traducido a nivel de país, lleva a una cifra del orden de los 115 millones de dólares de beneficio adicional.

Debemos hacer algunas consideraciones al cálculo. En primer lugar, se utilizan parámetros aceptados internacionalmente pero no plenamente comprobados, sobre todo en lo que se refiere a los residuos de cosecha y a los rendimientos de campo. Para El Salvador, 240 kilogramos de residuos de cosecha por tonelada de caña integral pareciera ser una cifra excesiva; 150 a 200 kilogramos pudieran estar más cerca de la realidad, y sin embargo, se manejan valores hasta de unos 400 kilogramos. El valor utilizado como rendimiento de campo, 105-110 toneladas métricas de caña integral por hectárea, parece bastante real para el país, al margen de lo dudoso de nuestras estadísticas agrícolas.

Se utilizan relaciones de petróleo equivalente a producto normalmente aceptadas: Por tonelada equivalente de petróleo, 4 toneladas métricas de residuos de cosecha, 5.3 de bagazo y 0.97 de azúcar. Al final de este trabajo se presentan los equivalentes calóricos que se han utilizado en los cálculos. Del cuadro se desprende que una hectárea de caña de azúcar equivale a 16.86 toneladas métricas de petróleo equivalente. Esta es una cifra un tanto alta. El valor normalmente aceptado para fines de cálculo es de 10 toneladas métricas de petróleo equivalente por hectárea de caña de azúcar. Si se utilizara este valor, los beneficios se reducirían a US\$2,455.72 por hectárea cultivada, y a un poco más de 50 millones de dólares por año zafra a nivel país.

Aun y dentro de las posibles variaciones de los datos, la conclusión se mantiene con mucho rango: El valor económico energético de la caña de azúcar es sustancialmente mayor que su valor económico como alimento. Darle a lo anterior una interpretación de carácter absoluto no es correcto ni conveniente, puesto que los alimentos constituyen necesidades más sentidas en el hombre que la energía misma utilizada para satisfacer necesidades no naturales sino en su mayoría inducidas. No se trata entonces de no producir azúcar. Se trata de flexibilizar el proceso para que, cumplidas las demandas de azúcar de nuestro propio mercado interno y de los compromisos adquiridos dentro del mercado preferencial, el subsector se maneje dentro del rango de máxima ganancia posible, y genere productos que contribuyan al desarrollo de otros subsectores, en este caso, por medio de una racionalización del consumo de energéticos.

Si sólo se destina el azúcar como saldo exportable al mercado mundial para la producción diversificada, medida ésta en términos siempre de petróleo equivalente, el ahorro que obtendría el país sería del orden de los US\$50,150,130.00. En el cuadro N<sup>o</sup>. 25 se expone el cálculo, utilizando la relación manejada normalmente de 10 toneladas de petróleo equivalente por hectárea de caña, y no 16.86 como calculado. Debe hacerse notar que el dato del consumo interno es anormalmente alto, y no se corresponde con los consumos per cápita reales que se han tenido históricamente en el país. De acuerdo con dicho dato, el consumo per cápita de azúcar en El Salvador sería de 46.54 kilogramos por año, casi lindando la saturación fisiológica, lo cual parece poco real si se considera que estos consumos, históricamente, han sido del orden de los 33 kilogramos por persona por año,

y si se considera además que el país no presenta problemas graves de salud asociados con un consumo excesivo de azúcar tan elevado. Esto permite prever que realmente el saldo exportable de azúcar al mercado mundial es más alto, con lo que el ahorro proyectado sería aún mayor. También debe decirse que en el cálculo se han considerado como reales las aproximadamente 23,000 toneladas métricas de azúcar que corresponden a la ampliación de la cuota preferencial del mercado americano por efecto del TLC. Y finalmente, que se ha tomado como precio promedio del azúcar al mercado mundial, US\$10.00 por quintal, el cual es mayor que el precio real.

El caso es que, cualesquiera que fueran los factores de sensibilidad que se asumieran en el proyecto, siempre resultará que el valor económico de la caña de azúcar en términos de su contenido energético es sensiblemente mayor que su valor medido en términos del azúcar como alimento, esto es, al menos a los precios en que el país maneja su saldo exportable. La conclusión, llana y simple, es que es una mejor opción destinar la caña de azúcar empleada para producir este azúcar del saldo exportable, a la producción de otro u otros bienes.

La opción a considerar, que no es la única ni la mejor, pero es el objeto de este trabajo, es destinar los saldos exportables al mercado mundial, tanto del azúcar como de la melaza, a la producción de alcohol carburante, o alcohol anhidro, para mezcla con gasolina. Siempre tomando como base el año zafra 2004/2005, si se destinaran las 20,680 hectáreas que representan este saldo exportable, y el 75% de la melaza producida, esto es, 158,331 toneladas métricas de melazas, con rendimientos normales de alcohol por el procesamiento de estos productos de 6,000 litros por hectárea de caña cultivada y 250 litros por tonelada métrica de melaza, podrían producirse en el país unos 43,231,880 galones de alcohol anhidro (Cuadro N°. 26). Si el consumo nacional anual de gasolina para dicho año fue de 250 millones de galones, ello significa que este alcohol podría sustituir hasta un 17% de la gasolina utilizada. Sustituir 43,231,880 galones de gasolina por alcohol significa una reducción en la factura petrolera de unos 140 millones de dólares anuales, cifra que sería destinada a cubrir una factura nacional, con el aporte que ello significa al desarrollo económico. Debe decirse que el máximo de mezcla aceptable para un motor normal de combustión interna diseñado para consumo de gasolina, es de 24% alcohol - 76% gasolina.

Los problemas a resolver aquí no van tanto en el orden de la producción y del uso de tecnología, sino en otros órdenes:

- a) Definir cómo, dónde y por quién será hecha la mezcla, recordando que las instalaciones, tanto petroleras como de distribución y venta de gasolina son propiedad de las empresas petroleras;
- b) Definir el precio de incorporación del alcohol a la mezcla. Si en la misma forma, el alcohol es producido por el sector privado, y el Estado no asume su papel de ente regulador del sistema, los efectos podrán incluso ser negativos.

En cuanto a los precios del alcohol anhidro hay muchas opiniones y muchas situaciones. Se dice que el alcohol resulta más caro que la gasolina. Respetando estas informaciones, nuestra opinión es que éste no sería el caso de El Salvador. Siendo la situación, un tanto confusa, se exponen algunos datos, reiterando que en nuestro caso debe verse nuestra propia y concreta situación. El precio del alcohol anhidro en la plaza brasileña ha oscilado, del año 1994 al actual, entre los US\$0.29 y los US\$0.45 el litro, es decir, entre US\$1.10 y US\$1.70 el galón americano, (3,785 litros). Datos de CUJAE en Cuba hablan de costos del alcohol anhidro del orden de los US\$0.10 y US\$0.17 el litro, (US\$0.37 a US\$0.65 el galón), y de precios del mismo del orden de los US\$0.29 el litro, (US\$1.08 el galón). En Colombia, la ley ha regulado un precio máximo de 3,700.50 pesos por galón, esto es, unos US\$1.44 por galón, pero el precio en el mercado es un tanto más bajo que dicho máximo, algo así como 3,500 pesos por galón (unos US\$1.37). La volatilidad de estos datos no permite establecer parámetros de comparación reales para el país, por lo que debe insistirse en que para nuestro caso, dichos costos y precios del alcohol en la bomba, para el comerciante y el distribuidor, deben ser establecidos localmente. Un cálculo grueso pero suficientemente preciso del costo del alcohol anhidro en función de los ingresos económicos producidos por la producción de azúcar y melazas en el país, se expone a continuación, y el mismo muestra que el alcohol puesto al consumidor, fuera de impuestos y cargas, podría costar entre US\$0.99 y US\$1.35 por galón.

$$\begin{aligned}
 &1 \text{ hectárea de caña de azúcar} = 6,000 \text{ litros alcohol} = 1,585.2 \text{ gal. alcohol} \\
 &1 \text{ hectárea de caña de azúcar} = 1.42 \text{ manzanas de caña de azúcar} \\
 &1.42 \text{ manzanas de caña de azúcar} = 80 \text{ tons. cortas de caña de azúcar} \\
 &80 \text{ toneladas cortas de caña de azúcar} = 192 \text{ quintales de azúcar} + 640 \text{ gal. melaza} \\
 &192 \text{ quintales de azúcar al mercado mundial} = \text{US\$1,344.00} - \text{US\$1,920.00} \\
 &\quad (\text{asumiendo US\$7.00} - \text{US\$10.00 por quintal}) \\
 &640 \text{ galones de melaza} = \text{US\$224.00} \\
 &\quad (\text{a US\$0.35 por galón}) \\
 &1 \text{ hectárea de caña de azúcar} = \text{US\$1,344.00} + \text{US\$224.00} = \text{US\$1,568.00} \\
 &\quad \text{US\$1,920.00} + \text{US\$224.00} = \text{US\$2,144.00} \\
 &\text{US \$1,568.00} / 1,585.2 \text{ galones} = \text{US\$0.99} / \text{galón de alcohol} \\
 &\text{US \$2,144.00} / 1,585.2 \text{ galones} = \text{US\$1.35} / \text{galón de alcohol}
 \end{aligned}$$

Si se compara este precio del alcohol con la estructura de precios de las gasolinas en El Salvador, se concluye sin duda alguna que la incorporación de un 17% de alcohol anhidro a las gasolinas impactaría el precio del producto mezcla final de manera positiva para los consumidores, además de los beneficios que se han señalado para el subsector. De acuerdo con la CEPAL (CEPAL, *Istmo centroamericano: Informe sobre abastecimiento de hidrocarburos, 2000*, Proyecto Cepal/ República Federal de Alemania, 7 de noviembre de 2001), al año 2000, la estructura de precios de las gasolinas en El Salvador era la siguiente:

	<u>Gasolina superior</u> <u>Sin plomo</u> <u>US\$</u>	<u>Gasolina regular</u> <u>sin plomo</u> <u>US\$</u>
Precio al consumidor	2.44	2.01
Impuestos y recargos	0.95	0.62
Precio sin impuestos	1.49	1.40
Márgenes y costos adicionales	0.56	0.50
Precio Cif	0.93	0.90
Flete y seguro	0.08	0.08
Ajuste por calidad	- 0.01	- 0.01
Precio USGC	0.87	0.83

(Nota: USGC = Costa del golfo de los Estados Unidos)

De las cifras anteriores se reflejan al consumidor los precios sin impuestos, esto es, US\$1.49 para la gasolina especial sin plomo y US\$1.40 para la gasolina regular sin plomo. Si se comparan éstos con los precios del alcohol calculados en forma de precios percibidos por el productor, US\$0.99 a US\$1.35 por galón de alcohol anhidro, aun estos son menores. Al proyectar el cambio ocurrido en los últimos años debido al incremento en los precios del petróleo, los precios de la gasolina han subido sensiblemente hasta niveles superiores a los US\$3.50 y US\$3.25 para ambas calidades, y estos precios definitivamente no volverán a los valores reportados para el año citado 2000. Ello indica un diferencial entre precio de gasolina y precio de alcohol, puesto ex-productores, del orden grueso de un dólar por galón. Este podría ser el diferencial a favor del consumidor, en el caso concreto de El Salvador, diferencial definitivamente apreciable.



**Cuadro N°. 25**  
**Petróleo equivalente obtenible de los excedentes del proceso industrial**  
**de la caña de azúcar exportados al mercado mundial a precio deprimido**

**Base: Año zafra 2004/2005.**

1º. Superficie cosechada con caña de azúcar	= 81,670 manzanas	= 57,112 hectáreas
Caña molida total en la zafra	= 5,280,435 tons. cortas	= 4,790.596 ton. mét.
Azúcar producido	= 12,160,658 quintales	= 551,629 ton. mét.
Melaza producida	= 38,782,266 galones	= 211,108 ton. mét.
Días de zafra	= 135,140	
2º. Consumo de azúcar en el mercado interno	= 297,880 ton. mét.	= 54.00 % (1)
Exportación de azúcar al mercado preferencial	= 54,000 ton. mét.	= 9.79 % (2)
Saldo exportable al mercado mundial	= 199,749 ton. mét	= 36.21%
3º. Una hectárea de caña de azúcar		= 10 ton. petróleo equiv.
Superficie cosechada para azúcar destinada al mercado mundial (57,112 hectáreas x 0.3621)		= 20,680 hectáreas
Toneladas de petróleo equivalente destinadas al mercado mundial (20,680 hectáreas x 10 ton. pet. equiv./hectárea)		= 206,800
Barriles de petróleo equivalente destinados al mercado mundial (206,800 ton. pet. equiv. x 6.56 barr./ton. pet. equiv.)		= 1,344,213
Un barril de petróleo		= US\$ 70.00 (3)
US\$ que podrían obtenerse en el país a partir de la caña de azúcar que ahora se destina al mercado mundial (1,344,213 barr. pet. x US\$ 70.00/barr. pet.)		= US\$ 94,094,910.00
US\$ que se obtienen de la venta de azúcar al mercado mundial, asumiendo un precio de US\$ 10.00/quintal (4) (199,749 ton.mét.)(2.2/2 ton. corta/ton.mét)(20 qq/ton.corta)(US\$10.00/qq)		= US\$ 43,944,780.00
Pérdida para el país por la venta de azúcar al mercado mundial, en términos de comparación con las posibilidades de venta de petróleo equivalente ( US\$ 94,094,910.00 – US\$ 43,944,780.00 )		= US\$ 50,150,130.00

(Construcción propia.)

- (1) Esto representa un consumo per-cápita real de 46.54 kg/persona-año, considerando una población de 6.4 millones de habitantes, lo cual es anormalmente alto, pues la Saturación Fisiológica para el consumo de azúcar en El Salvador, según INCAP, es de 50 kilogramos/persona-año, y los consumos per cápita reales históricos han sido del orden de los 33 kilogramos/persona-año, siendo su Ingesta mínima recomendada para el adulto (INCAP), de 18.25 kilogramos / persona-año; con lo cual los consumos serían siempre para la población dada, de: 116,800 ton. mét. por año a Ingesta mínima, 211,200 ton. mét. por año a consumos per cápita reales históricos, y de 320,000 ton. mét. por año a Saturación fisiológica.
- (2) considerando como un hecho la ampliación de la cuota americana contemplada en el TLC.
- (3) Precio sólo de referencia.
- (4) Precio alto en comparación con los reales para el país.

En esto de los costos y precios de venta del alcohol anhidro influyen variables importantes: La forma en que es producido, ( destilerías autónomas, destilerías anexas, tamaño de las destilerías, etc. ), la localización de los centros de producción en relación con los centros de consumo, el lugar y la forma en que se hace la mezcla, etc. Experiencias muy positivas e interesantes como las de las Mini Usinas do Alcool Integradas, MUAI, en Brasil, y las DAE, Destilerías de Alcohol Diversificadas, en Cuba, muestran cómo un buen modelo puede solucionar problemas no sólo técnicos sino también económicos, y por supuesto, sociales e incluso culturales. No es sólo el acceso a la tecnología lo que debe considerarse al definir una opción, sino más que eso, el modelo en el cual ésta se insertará.

**Cuadro N°. 26**  
**Mezcla máxima de gasolina / alcohol que podría lograrse**  
**sin modificar la estructura actual del cultivo**

1°.	Hectáreas de caña de azúcar destinadas al mercado mundial	=	20,680
	Litros de alcohol carburante por Hectárea de caña de azúcar	=	6,000 (*)
	Litros de alcohol carburante posibles de ser producidos	=	124,080,000
	Galones de alcohol carburante posibles de ser producidos	=	32,782,034
2°.	Melaza producida	=	211,108 ton. mét.
	75% de melaza producida destinable a producir alcohol	=	158,331 ton. mét.
	Litros de alcohol carburante por ton. mét. melaza	=	250 litros
	Litros de alcohol carburante posibles de ser producidos	=	39,552,667
	Galones de alcohol carburante posibles de ser producidos	=	10,449,846
3°.	Total de alcohol carburante posible de ser producidos	=	163,632,667 litros 43,231,880 galones
4°.	Consumo anual nacional de gasolina	=	250 millones de galones
	% de gasolina posible de ser sustituida	=	17%

(\*) Esta cifra ha sido ya superada en Brasil y en Valle del Cauca, Colombia.

(Construcción propia.)

En los cuadros N°. 24 y N°. 25 se han expuesto los beneficios que podrían obtenerse de un modelo que destinara la caña de azúcar y su correspondiente equivalente a azúcar que ahora se utilizan para exportarse al mercado mundial, a la producción de alcohol carburante, a nivel país. En el cuadro N°. 27 se exponen cuáles serían estos beneficios directamente para los productores, cañeros y azucareros.

**Cuadro N°. 27**  
**Beneficios económicos para los productores de caña y para los**  
**azucareros, obtenibles con la sustitución de la producción del**  
**saldo exportable de azúcar al mercado mundial por alcohol carburante**

Base: Año zafra 2004/2005.

<b>1.- Ingresos sobre la base de producción de alcohol:</b>	
Una tonelada métrica de caña de azúcar	= 75 litros de alcohol anhidro
Un litro de alcohol anhidro	= US \$ 0.45 (1)
Una tonelada métrica de caña de azúcar	= US \$ 33.75
<b>2.- Ingresos sobre la base de producción de azúcar:</b>	
Una tonelada métrica de caña de azúcar	= 2.5 qq azúcar + 8.0 galones melaza
Un quintal de azúcar al mercado mundial	= US\$ 10.00
Un galón de melaza en el mercado mundial	= US\$ 0.30
Una tonelada métrica de caña de azúcar	= 2.5 x \$10.00 + 8.0 x \$ 0.30 = US\$ 27.40
<b>3.- Diferencia a favor del alcohol</b>	<b>= US\$ 6.35 por ton. métr. caña de azúcar</b>
<b>4.- Toneladas métricas de caña de azúcar destinadas</b>	
<b>al mercado mundial</b>	<b>= 1,694,213</b>
<b>(20,737 Ha)(107.5 t.m.c.i./Ha)(0.76 t.m.c.cos./t.m.c.i.)</b>	
<b>5.- Diferencia total a favor del alcohol</b>	<b>= US\$ 10,758,251.92</b>
<b>(1) precio sólo de referencia.</b>	

El cuadro muestra que un beneficio adicional del orden de los once millones de dólares, obtenidos de alrededor de 1.6 millones de toneladas métricas de caña de azúcar, vienen a provocar un beneficio adicional para los productores, por tonelada métrica de caña de azúcar, de US\$6.35. Este beneficio es además, adicional al obtenido entre el precio de venta fijado en el cálculo, del productor al comercializador, de US\$0.45 por litro, y su costo de producción del litro de alcohol. Sin embargo, aunque pareciera apreciable, en nuestro concepto no es suficiente para ser de pleno interés para los productores en cuanto a amortizar sus nuevas inversiones, acomodarse a los cambios en los sistemas productivos, afrontar el riesgo de una nueva empresa, etc. En nuestra opinión, los productores del alcohol anhidro, cañicultores y azucareros, deben participar de toda la red de comercialización del producto, insistiendo en que el Estado debe asumir un claro rol de fiscalizador y controlador del mercado, con el objeto de asegurar al consumidor que la incorporación de alcohol a la gasolina le signifique una reducción apreciable en el costo de su combustible.

### **10º. Alcohol carburante: una realidad**

El alcohol carburante (etanol anhidro, alcohol anhidro, bioalcohol, gasohol, etc.), es una realidad. Su producción y uso es una alternativa inmediata para sustituir a los combustibles derivados del petróleo en países que, como el nuestro, no son productores de petróleo e

incluso ya en los que sí lo son. En la última década del siglo XX (Osney Pérez Ones, Pedro A. Rodríguez Ramos, Gerardo Lombardi y Romeu Corsini, *Alternativa tecnológica para la producción de alcohol combustible*, Monografía, CUJAE, La Habana, EESC, Sao Paulo, Brasil, 2004), el bioalcohol representaba el 60% de todo el etanol producido en el mundo. Su uso se encuentra ampliamente difundido. Esta alternativa, pues, no es cuestión de futuros, sino actual. Dichos autores señalan su desarrollo, del cual se cita lo siguiente:

En los Estados Unidos de Norteamérica, los primeros productores del mundo, su uso viene ya desde la primera guerra mundial, y actualmente va en ascenso, tanto a partir de caña como de maíz.

Alemania comenzó el uso de bioalcohol a partir de los años 50.

Brasil lleva ya más de 25 años con un desarrollo impresionante y ejemplar, a tal grado que en el año 1975 el 97% de los vehículos llegó a ser de alcohol. Los altibajos en los precios del petróleo, así como la subida en los precios del azúcar, en la década del 90 provocaron también altibajos en el programa brasileño. Sin embargo, la ley brasileña obliga, por cuestiones económicas y ecológicas, a incorporar un 26% de alcohol a la gasolina. El uso del alcohol combustible en Brasil provocó, entre 1985 y 1995, una reducción en la emisión de 46.7 millones de toneladas de anhídrido carbónico, CO<sub>2</sub>, al año, ahorrando 100,000 millones de US dólares por concepto de petróleo que se dejó de importar.

En Colombia se ha dictado la ley 693/2001, con el objetivo de controlar la contaminación del aire mediante el uso de oxigenados en las gasolinas, y la ley 788/2002, que otorga un beneficio tributario al productor de alcohol carburante. Este país espera, mediante el uso de bioalcohol mezclado con la gasolina en una proporción del 10%, ahorrar, en las circunstancias actuales, unos 9480 barriles diarios de gasolina, lo que representa para ellos un ahorro de 86.4 millones de US\$ al año. La obligación de agregar 10% de bioalcohol a la gasolina rige a partir de septiembre de 2005 para las ciudades de Cali, Bogotá, Medellín y Barranquilla, (ciudades de más de 500,000 habitantes), según lo establece la ley 693/2001 y la resolución reglamentaria 18068/17 de junio de 2003. Ya para el presente año, entran dentro de esta disposición las ciudades de Pereira, Bucaramanga y Cartagena.

En Europa, países como Suecia, Canadá y Francia han entrado dentro del modelo de uso de bioalcohol en sustitución de la gasolina, con proporciones que oscilan entre 5 y 15%.

En México, el uso de bioalcohol se encuentra en debate dentro del Congreso.

Ecuador proyecta un programa de producción de 600,000 litros diarios, lo cual ha obligado a ampliar el cultivo de caña de azúcar en unas 45,000 hectáreas, con la generación de 160,000 empleos directos e indirectos.

Cuba, por su parte, ha desarrollado ampliamente el proyecto, a pesar de que en dicho país se confronta la particularidad de la conveniencia o no de sustituir la producción de alimentos por energéticos. Los esfuerzos en el uso de bioalcohol en esta isla datan desde 1956. El nivel de investigación científica y tecnológica desarrollado por ellos es realmente impresionante.

China está produciendo bioalcohol desde el año 2002, superando ya su producción las 500,000 toneladas anuales. El gobierno chino promueve intensamente su producción a partir de grano. Ciudades como Henan, Zhengzhou, Luoyang y Nayang usan etanol como combustible en sus vehículos.

La alternativa en El Salvador está presente. La decisión debe ser urgente, pero debe tomarse en un buen contexto. Una decisión encaminada solamente a producir alcohol para paliar una crisis que es de largo alcance, puede constituir un error muy costoso. Esta opción debe verse, y esta es nuestra recomendación general, en el contexto de un programa de desarrollo diversificado del subsector de la caña de azúcar, y además, integrado a otros subsectores como son el pecuario y el de los granos básicos.

### **11º. El caso del biodiesel**

Si la factibilidad de producción y uso de alcohol carburante en el país es, por lo visto, positiva, desde nuestro punto de vista la del biodiesel no lo es. Un proyecto de producción masiva de biodiesel en El Salvador significaría el destino de amplias zonas de cultivo de oleaginosas (cuestión que el alcohol no exige puesto que existe ya un cultivo cañero suficiente para ello y sólo se trata de modificar el esquema industrial), y además, la producción de alcohol metílico, metanol. Ambos son riesgos que deben ser cuidadosamente estudiados.

Un cálculo de las necesidades de cultivo, sobre la base de palma africana, para producir materia prima suficiente para sustituir tan sólo un 3% del diesel del consumo nacional, muestra que se necesitarían unas 5000 manzanas de cultivo de palma africana, desarrollo que partiría de cero en este momento:

Si se parte de un consumo nacional anual de diesel del orden de los 120 millones de galones (y aquí es importante hacer ver que las estadísticas nacionales no son definitivamente nada confiables, ni claras, ni precisas, ni públicas, por lo que se ha tenido que recurrir a estimaciones y cálculos, aunque estos no desvirtúan ni niegan en modo alguno las conclusiones), la sustitución de un 3%, (lo cual no impactaría significativamente en el consumo ni en la factura petrolera, ni se reflejaría en ventaja apreciable para los consumidores), significaría producir 3,600,000 galones por biodiesel, esto es, unas 13,500 toneladas.

Tal producción de biodiesel demandaría unas 13,500 toneladas de aceite, y unas 1,322 toneladas de metanol, además de insumos servicios del orden de 653 Mwh, 261,000 metros cúbicos de agua, y 4,500 toneladas de vapor. Producir 13,500 toneladas de aceite requeriría, como hemos dicho de unas 3,300 hectáreas de palma africana, esto es, unas 4,700 manzanas, de las cuales no se dispone en este momento, así como tampoco del metanol necesario para la esterificación del aceite.

Y es que en términos promedio, la producción de biodiesel exige unas materias primas y unos insumos que no se encuentran disponibles en el país. Estos se exponen en el Cuadro N°. 28. Un desarrollo agrícola tiene la particularidad, insalvable, de no ser de corto plazo, particularidad que no exige un desarrollo industrial. El problema de la producción masiva del biodiesel no es tecnológico, pues su tecnología es relativamente simple, un proceso de esterificación a condiciones termodinámicas muy seguras. Pero el campo no reacciona de igual manera.

**Cuadro N°. 28**  
**Materias primas e insumos necesarios**  
**en la producción de biodiesel**

**Base: Una tonelada de biodiesel.**

Aceite vegetal refinado	= 1030	kilogramos
Metanol	= 102	kilogramos
Metilato de sodio	= 6.2	kilogramos
Acido mineral	= 6	kilogramos
Glicerina bruta 85% mínimo	= 112	kilogramos
Agua de enfriamiento	= 20	metros cúbicos
Vapor de agua a 4 bar	= 350	kilogramos
Energía eléctrica	= 50	kwh
Nitrógeno	= 3.2	Nm3
Aire de instrumentos	= 4.8	Nm3

(Construcción propia.)

La fuente más en boga para la producción de biodiesel es la palma africana. Se requiere un cuarto de hectárea, (un poco menos de media manzana), para producir una tonelada por año de biodiesel. Se habla de sustituir, de acuerdo a la proyección mundial, un 3 a 5% del diesel por biodiesel. La producción mundial estimada de diesel es del orden de los 1,400 millones de toneladas al año, y un 0.28 % de ella, esto es, unos 3.8 millones de toneladas al año, es lo que corresponde al biodiesel. Como puede verse, aun a nivel mundial se está muy lejos de llegar a una producción de biodiesel como la deseada.

Por supuesto que el biodiesel tiene un muy buen impacto, como el bioalcohol, sobre la generación de empleo. Una hectárea de palma africana genera unos tres empleos directos, lo cual es importante. Pero en todo caso, un proyecto de producción masiva de biodiesel en el país no parece ser una alternativa de corto plazo. Sólo un referente importante como Colombia, que ha venido ya por muchos años estudiando esta posibilidad, desarrollando investigación, probando tecnología, etc., puede ser iluminador para nosotros: Colombia proyecta iniciar su producción comercial de biodiesel sólo a partir de enero del 2008.

## **12º. Producción, consumo y existencias mundiales de azúcar y de alcohol. Comportamiento de los mercados**

El desarrollo de la producción de alcohol carburante afecta indudablemente a la producción de azúcar, por cuanto no es posible admitir que aquella se haga a expensas de sus propios desarrollos cañeros. Esto último es particularmente cierto para el caso de nuestro país, en el cual, la única opción viable es a partir del campo cañero ya existente mediante la generación de un esquema productivo flexible, que permita aumentar la producción de azúcar o de alcohol en función del comportamiento de los precios de ambos en el mercado. En la misma forma, afecta al mercado. Opiniones en el sentido de que la producción de alcohol ha estimulado los precios en el mercado azucarero, específicamente el mercado mundial, son ahora muy escuchadas; pero, al margen de casos muy particulares y concretos, como el nuestro con las ventas de azúcar a Rusia y Canadá, que son, con todo, de carácter temporal, los datos y las estadísticas no confirman, y más bien niegan, esos argumentos.

### **12.1 El mercado del azúcar**

El mercado del azúcar es el resultado de un amplio conjunto de políticas de protección y de subsidio a la producción y a las exportaciones por parte de los principales productores y consumidores del mundo. Esto le comunica un alto grado de distorsión. Se reconocen dos grandes sectores: El mercado protegido y el mercado libre. En el primero se dan acuerdos preferenciales y contratos de largo plazo bajo un sistema conocido como “sistema de cuotas”, (cuotas de los Estados Unidos, la Unión Europea, las exportaciones de Cuba a China y de Australia a Canadá). En el segundo entran en juego los factores económicos, especulaciones, cambios políticos, las recesiones, los efectos climáticos, etc. En él se dan las transacciones no sujetas a contratos ni a convenios especiales, realizadas preferentemente en las bolsas, (New York, Londres, París y Hong Kong ). Además de transacciones “spot”, se dan en él instrumentos tales como “forward”, futuros y derivados. El mercado libre es considerado un mercado residual, y cualquier cambio en las relaciones de producción, consumo y existencias provoca un fuerte impacto en los precios. Normalmente en él se transan los excesos de producción que superan al consumo interno

y a las cuotas preferenciales, normalmente a precios inferiores a los costos mismos de producción. Este es el caso de El Salvador.

El Salvador se sitúa dentro de los países que comercian bajo el Contrato Futuro N° 11, contrato de la Bolsa de Futuros de Nueva York, que transa azúcar cruda de caña a granel, a precio FOB. Dentro de este se sitúan también Australia, Argentina, Barbados, Belice, Brasil, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, Islas Fiji, Antilla Francesa, Guatemala, Honduras, India, Jamaica, Malawi, Mauricio, México, Nicaragua, Perú, Filipinas, Sudáfrica, Swazilandia, Taiwán, Tailandia, Trinidad, Estados Unidos y Zimbawe.

En síntesis, podemos decir que el mercado del azúcar es un mercado protegido, sujeto a acuerdos de comercio, y con precios altamente volátiles, inelástico en la demanda y la oferta. Las publicaciones sobre su comportamiento son profusas y detalladas, aunque ellas no logran superar el alto factor especulativo y no posibilitan entonces establecer tendencias claras en cuanto a su comportamiento, ni siquiera en el corto plazo. Dentro de estas publicaciones son importantes las siguientes, citadas a guisa de ejemplo: LMC International, Larson & Borrel, F. O. Licht, etc.

## **12.2 Producción y consumo de Azúcar**

La producción mundial de azúcar ha crecido a un ritmo de 1.81% anual. De 96.9 millones de toneladas valor crudo en 1983, ha pasado a 144.8 millones en 2005. Los principales productores siguen siendo, como bloques, la Unión Europea, Brasil, India, la ex URSS, Cuba, China y los Estados Unidos. Los principales consumidores son, por su lado, la India, la Unión Europea, Brasil, Estados Unidos, China y Rusia. Como se ve, los grandes productores son a su vez los grandes consumidores. En el cuadro que sigue pueden apreciarse la producción y el consumo entre los años 2003 y 2005.

**Cuadro N°. 29**  
**Producción y Consumo Mundial de Azúcar.**  
**(Millones de toneladas, valores en bruto)**

	<u>2003/2004</u>	<u>2004/2005</u>	<u>2004</u>	<u>2005</u>
<b>Mundo</b>	<b>141.1</b>	<b>144.0</b>	<b>143.3</b>	<b>144.8</b>
	<u>Producción</u>	<u>Consumo</u>		
<b>Países en Desarrollo</b>	<b>99.5</b>	<b>101.3</b>	<b>95.4</b>	<b>96.2</b>
<b>América Latina y el Caribe</b>	<b>47.0</b>	<b>47.8</b>	<b>25.7</b>	<b>26.1</b>
<b>África</b>	<b>5.1</b>	<b>5.3</b>	<b>8.0</b>	<b>8.1</b>
<b>Cercano Oriente</b>	<b>5.3</b>	<b>5.7</b>	<b>10.8</b>	<b>11.0</b>
<b>Lejano Oriente</b>	<b>41.7</b>	<b>42.0</b>	<b>50.8</b>	<b>50.9</b>
<b>Oceanía</b>	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>
<b>Países desarrollados</b>	<b>41.7</b>	<b>42.7</b>	<b>47.9</b>	<b>48.6</b>
<b>Europa</b>	<b>20.9</b>	<b>21.8</b>	<b>20.5</b>	<b>20.3</b>
<b>América del Norte</b>	<b>8.2</b>	<b>8.2</b>	<b>10.3</b>	<b>10.9</b>
<b>CEI</b>	<b>4.2</b>	<b>4.0</b>	<b>11.3</b>	<b>11.7</b>
<b>Oceanía</b>	<b>5.1</b>	<b>5.2</b>	<b>1.4</b>	<b>1.4</b>
<b>Otros países</b>	<b>3.3</b>	<b>3.5</b>	<b>4.4</b>	<b>4.3</b>

(Fuente: FAO.)

Como puede verse, es clara la vocación de productora de excedentes del bloque latinoamericano y del Caribe, y la situación deficitaria de los países desarrollados, particularmente América del Norte y la CEI. Por otro lado, el consumo mundial de azúcar viene superando a la producción desde el año 2003. Sin embargo, y debido a las existencias acumuladas, esta situación deficitaria de la producción ante el consumo, del orden de un millón de toneladas anuales, para nada afecta los precios, los cuales siguen oscilando entre los siete y los nueve centavos de dólar por libra. Los precios en el mercado de contratos de futuro N°. 11, a mayo del 2005, marcaron un promedio de 9.06 centavos de dólar por libra y, dado que las existencias mundiales siguen siendo abundantes, los precios tenderían a mantenerse en torno a los niveles actuales. Esto indica que no se prevé un incremento sensible en los precios, por lo menos en el corto y mediano plazo, por lo que la producción de bioalcohol pudiera seguir desplazando a la de azúcar, en el caso de la caña.

### 12.3 El mercado del alcohol

El mercado del alcohol se orienta a tres destinos fundamentales: combustible, industrial y bebidas. El uso como combustible viene representando entre el 60 y el 65% de la producción mundial. La industria consume entre el 20 y el 25%, y la fabricación de bebidas, entre el 25 y el 30 %. Aunque este mercado está integrado principalmente por los Estados Unidos y Brasil, y emergentemente Australia, provocando ellos el hacer de él un mercado subsidiado, en nuestro caso el mercado sería el interno, lo cual aísla al país de las distorsiones en los precios provocados por las protecciones y los subsidios.

Mientras la producción para uso como combustible se ha incrementado apreciablemente, y también la destinada al uso industrial, aunque esta en menos proporción, la destinada a las bebidas alcohólicas se ha mantenido prácticamente sin crecimiento. Según F. O. Licht (F. O. Licht, noviembre 1999), estas producciones han variado de acuerdo al siguiente cuadro:

**Cuadro N°. 30**  
**Producción mundial de Alcohol**  
**(Billones de litros)**

<b>Años</b>	<b>Combustible</b>	<b>Industria</b>	<b>Bebidas</b>	<b>Total</b>
1975	2.0	4.0	3.0	9.0
1980	3.0	4.5	3.0	10.5
1985	11.1	5.0	3.1	19.2
1990	15.0	7.0	3.0	25.0
1993	16.5	8.0	3.0	27.5
1994	16.0	8.5	3.1	27.6
1995	18.0	9.0	3.0	30.0
1996	19.0	9.0	3.0	31.0
1997	21.2	9.2	3.0	33.4
1998	20.	59.3	3.1	32.9
1999	18.9	10.0	3.1	32.0

### 12.4 Los costos de producción del azúcar.

El Salvador se ha caracterizado por ser un país con bajos costos de producción de azúcar. Esto se debe a los bajos costos relativos de la tierra y de la mano de obra, aunque deben admitirse aquí en ello las mejoras tecnológicas en algunos ingenios y su eficiencia administrativa. Se reconoce al país dentro de los que entran en la categoría de “productores de bajo costo”. Ello representa una fuerte ventaja a la hora de definir los costos del alcohol carburante bajo un sistema flexible de producción de azúcar, alcohol carburante y energía

eléctrica estacionaria, y muy probablemente estos costos del bioalcohol serían bajos en relación a los de otros países.

Haley (S. Haley, 2001, *U.S. and World Sugar and HFCS Production Costs, 1994/1995-1998/1999*, en "Sugar and Sweetener, situation and outlook report", USDA, september 2001), sobre la base de los datos de LMC International, reporta en el siguiente cuadro los costos medios de producción de azúcar cruda por categorías seleccionadas de productores mundiales:

**Cuadro N°. 31**  
**Costos medios de producción de azúcar cruda por categorías**  
**seleccionadas de productores mundiales (US\$ centavos/libra)**

Categoría	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99
<b>Azúcar crudo de caña,</b>					
<b>Productores de bajo costo (1)</b>	7.43	8.10	8.18	7.78	7.58
<b>Principales exportadores (2)</b>	10.37	10.60	10.72	10.52	9.73
<b>Azúcar de caña, valor blanco equivalente,</b>					
<b>Productores de bajo costo (1)</b>	11.02	11.75	11.84	11.41	11.19
<b>Principales exportadores (2)</b>	14.23	14.48	14.61	14.38	13.53
<b>Azúcar de remolacha, valor refinado,</b>					
<b>Productores de bajo costo (3)</b>	21.31	23.16	23.09	21.21	22.67
<b>Principales exportadores (4)</b>	25.47	26.87	25.90	23.56	24.75
<b>Jarabe de maíz alta fructuosa, HFCS (5),</b>					
<b>Principales exportadores, (6)</b>	13.45	16.78	13.57	12.86	11.76

(1) Promedio de cinco regiones productoras, (Australia, Brasilcentro/sur, Guatemala, Zambia, Zimbabwe).

(2) Promedio de siete países (Brasil, Australia, Colombia, Cuba, Guatemala, Sud África y Tailandia).

(3) Promedio de siete países (Francia, Bélgica, Chile, Canadá, Turquía, Reino Unido y Estados Unidos).

(4) Promedio de cuatro países (Francia, Bélgica, Turquía y Alemania).

(5) Centavos por libra, HFCS-55, peso seco.

(6) Promedio de 19 países (Argentina, Bélgica, Canadá, Egipto, Finlandia, Francia, Alemania, Hungría, Italia, Japón, México, Holanda, Eslovaquia, Corea del Sur, España, Taiwán, Reino Unido y Estados Unidos).

Las cifras anteriores muestran que El Salvador se ubicaría entre los países con costos que oscilan entre los ocho y los diez centavos de dólar por libra de azúcar crudo. LMC (LMC International. 2000. *The LMC worldwide survey of sugar and HFCS production costs*, december 2000), incluso muestra que El Salvador ha venido mejorando su "ranking" entre los países con menores costos de producción a partir de 1988/89. Mientras en 1979/80-1983/84 ocupaba una posición abajo de los primeros quince países con menores costos, en el período 1989/90-1993/94 ocupó la posición N°. 14, y ya en el período 1994/95-1998/

99 había subido a la posición N<sup>o</sup>. 11, sólo abajo de Zimbawe, Brasil, Guatemala, Zambia, Australia, Malawi, Etiopía, Zudán, Colombia y Fiji. Los datos citados y otros que los amplían muestran contundentemente que los menores costos de producción de azúcar se sitúan en los países subdesarrollados y pequeños productores y no en los desarrollados y grandes productores, aunque el aumento en la producción y los avances tecnológicos han influenciado positivamente en la reducción de los costos en los casos de unos grandes productores como Australia, Colombia, Guatemala, Brasil e India.

## 12.5 Algunas conclusiones

Si bien la producción de etanol carburante es uno de los factores que tiende a crear un clima favorable para la industria azucarera en los países en desarrollo, junto al hecho de que China e India se han vuelto fuertes importadores de azúcar (China será el más importante mercado azucarero a nivel mundial a partir del año 2010), y a la reforma de la política azucarera impulsada por la Unión Europea, a pesar de ello todo indica que por lo menos en el corto y mediano plazo, los precios del azúcar continuarán bajos en el mercado mundial, dado que el déficit de producción en relación al consumo de los últimos años no ha sido suficiente para impulsar su subida, debido principalmente al stock mundial, que al año 2004 alcanzaba la cifra de 61.4 millones de toneladas, y al 2005, la de 64 millones de toneladas.

Dentro de este panorama, la situación más saludable para el mercado azucarero sería que los precios se situaran alrededor de los costos de producción, lo cual de nuevo abre una amplia posibilidad para el desarrollo de un sistema flexible basado en el azúcar, el bioalcohol, el biogás y la energía eléctrica cogenerada estacionariamente en los ingenios. Durante el desarrollo de la vigésima cuarta asamblea de la OIA, los azucareros han comprobado y manifestado que el futuro de esta industria está cifrado precisamente en la producción de alcohol carburante y en la generación de electricidad paralelamente y de manera flexible e integrada a la producción de azúcar.

Esto comprueba el porqué la producción de alcohol carburante está creciendo en el mundo de manera sostenida y acelerada. Particularmente, los países en vía de desarrollo se están orientando por esta opción combinada y flexible de producción de azúcar, bioalcohol y energía eléctrica.

La reducción de las reservas mundiales de petróleo, los altos precios experimentados por el mineral en los últimos tiempos, y la firma del protocolo de Kioto por casi todos los países, excepto los Estados Unidos, que obliga a las naciones a reducir los gases de efecto invernadero y la necesidad de proteger el ecosistema, han impulsado el uso del etanol como combustible.

Si bien los precios del etanol y del petróleo equivalente son por ahora parecidos, la tendencia se inclina por una progresiva deducción de los primeros y por un marcado incremento en los últimos. Esta consideración, en todo caso, debe ser establecida bajo los propios factores locales, y en el caso de El Salvador, con costos de producción de caña bajos y bajos salarios en la mano de obra, se puede asegurar que los precios del alcohol, destinado únicamente al consumo interno, deben ser sensiblemente más bajos que los de las gasolinas, lo cual provocaría un menor precio en las mezclas.

## Referencias, consultas y fuentes:

- 1) Rita D'Aquino, *Addressing Today's Energy Challenge*, Chemical Engineering Progress, USA, June 2006.
- 2) Conferencia de Río de Janeiro de las Naciones Unidas, *Reporte de la Comisión sobre el Ambiente y el Desarrollo, (Comisión Brundtland)*, 1992.
- 3) Ibrahim Dincer & Marc A. Rosen, *Exergy as a driver for achieving sustainability*, International Journal of Green Energy, vol. 1, 2004).
- 4) Ibrahim Dincer, *Exergy and Sustainability*, Proceeding of the SET-2002, First International Conference on Sustainable Energy Technologies, Porto, Portugal, June. 12-14.
- 5) U. S. Energy Information Agency, 2003; Homegroun for the Homeland RFA Renewable Fuels As., Feb. 2005.
- 6) Iniciativa de Energía de Brasil, cumbre de Río+10, Johanesburgo, 2002.
- 7) Corporación para el Desarrollo Industrial de la Biotecnología y Producción Limpia, Colombia, *Presente y futuro de los biocombustibles*, 2006, Federación Nacional de Biocombustibles, III Asamblea General Ordinaria, Colombia, 2006.
- 8) Paturau, *By-products of the industry of sugar cane*, varias ediciones.
- 9) Consejo Nacional de la Agroindustria Azucarera, CONSAA, y Asociación Azucarera de El Salvador, datos de producción e informes de zafras.
- 10) Dirección General de Estadística y Censos, El Salvador, proyecciones de población.
- 11) Banco Central de Reserva de El Salvador, revista, indicadores económicos.
- 12) Jesús Meza Orama, Leonel González Penichet, *La agroindustria de la caña de azúcar en un marco de desarrollo sostenible*. Monografía, Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados del Azúcar, La Habana, Cuba. 1997.
- 13) Osney Pérez Ones, Pedro A. Rodríguez Ramos, Gerardo Lombardi y Romeu Corsini, *Alternativa tecnológica para la producción de alcohol combustible*. Monografía, CUJAE, Cuba-EESC, Sao Paulo, Brasil. 2004.

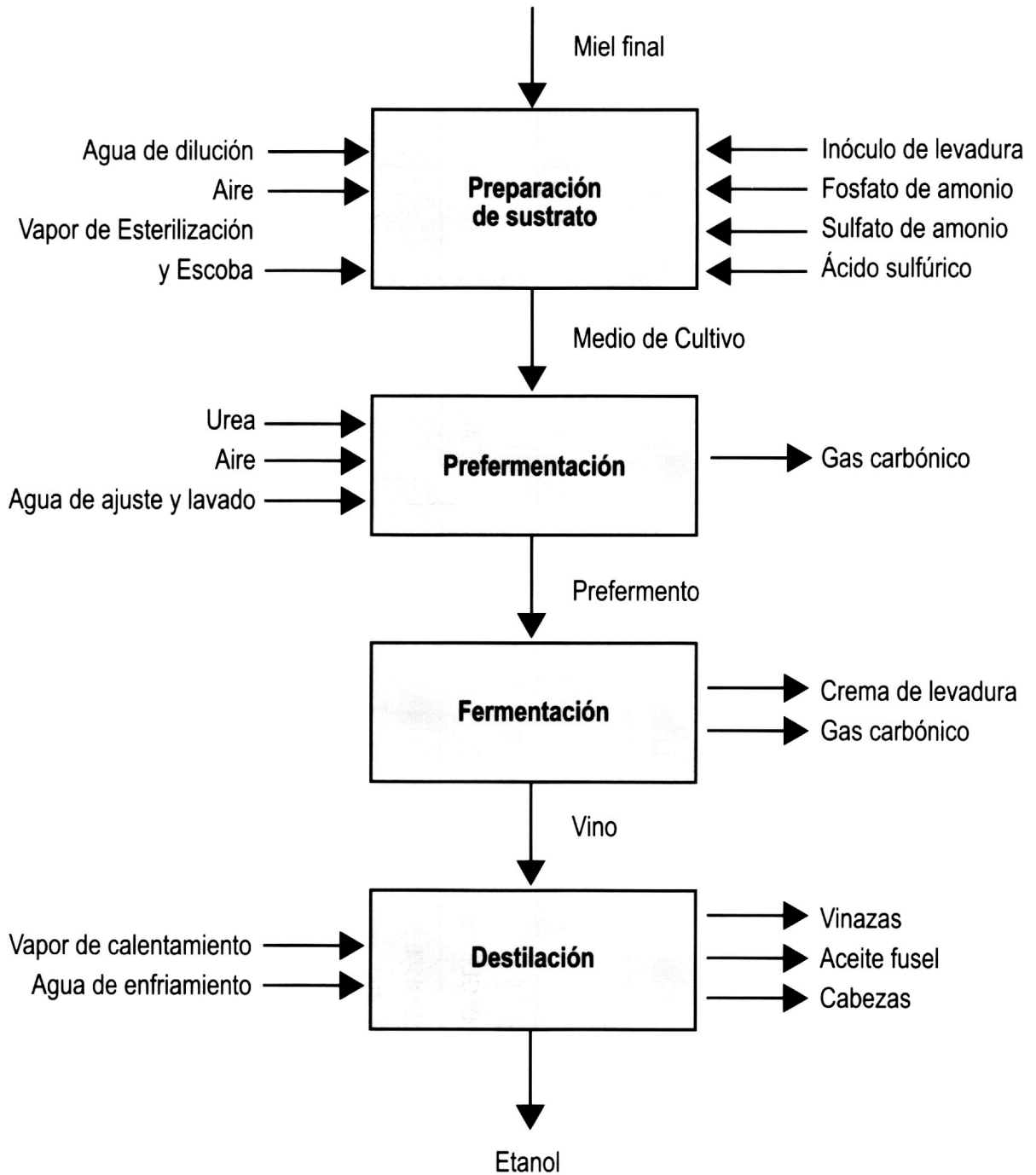
- 14) Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, INCAP, *Ingestas mínimas recomendadas para el adulto y techos fisiológicos para los diferentes alimentos*, tablas.
- 15) F. O. Licht, publicaciones correspondientes a diferentes meses y años.
- 16) LMC Internacional, varias publicaciones correspondientes a diferentes meses y años y a diferentes tópicos.
- 17) FAO, estadísticas de producción y consumo de azúcar correspondientes a diferentes años.
- 18) S. Haley, 2001, *U.S. and World Sugar and HFCS Production Cost, 1994/1995-1998/1999*, en "Sugar and Sweetener, situation and outlook report", September 2001.
- 19) López, F. A., *Manual práctico de fabricación de azúcar de caña, mieles y siropes invertidos*, Editorial Ciencia y Técnica, 1992.
- 20) Singer, J. G., *Combustión Fossil Power Analysis*, Combustión Engineering, INC, 1981.
- 21) CEPAL, *Istmo centroamericano: Informe sobre abastecimiento de hidrocarburos, 2000*, Proyecto CEPAL/República Federal de Alemania, 7 de noviembre de 2001.
- 22) Calero, Claudia y Briceño, Carlos. *Proyecto Nacional de oxigenación de las gasolinas en Colombia*, Carta Trimestral CENICAÑA, N°. 4, Colombia. 2003.
- 23) Ocampo, Aquiles, *Gasohol: un combustible limpio para Colombia*, Revista Facultad de Ingeniería. N°. 17. Noviembre 1998.
- 24) El País. "Uso de etanol como carburante a partir del 2005", <http://www.construyendo.info/modules.php?Op=modload&name=newsfile=article&sid=235>, octubre 2004, Cali, Colombia.
- 25) *Bus etanol*, [http://www.cleanairnet.org/infopool\\_es/1525/propertyvalue/17733.html](http://www.cleanairnet.org/infopool_es/1525/propertyvalue/17733.html), 2005.
- 26) Emílio Lébre La Rovere, Luiz Pinguelli Rosa y André Santos Pereira, *Cambio climático y desarrollo energético en América Latina: análisis y perspectivas*, Instituto Nacional de Ecología, México, 9 de septiembre del 2002, <http://www.ine.gob.mx/johan/johacap8.html>

# ANEXOS



# ANEXO 1

## Proceso de producción de alcohol



**ANEXO 2**  
**Alcoholes. Especificaciones de calidad**

Características	Tipo de alcoholes							
	Aguardiente*	Técnico B	Técnico A	Fino B	Fino A	Superfino o extrafino	Deshidratado o anhidro	
Grado alcohólico (° GL), mínimo	74 - 76	93	95	95.5	95.5 - 96	96.3	99.5	
Tiempo de permanganato (min.), mínimo	-	-	5	25	25	40	-	
Acidez total (mg de ácido acético/ L de alcohol a 100° GL), máximo	20 - 60	-	30	30	15	15	-	
Aldehidos (mg de acetaldehído/ L de alcohol a 100° GL), máximo	2 - 7	-	30	20	12	8	-	
Alcoholes superiores (mg de alcoholes superiores/ L de alcohol a 100° GL), máximo	200 - 350	-	150	55	40	4	-	
Esteres totales (mg de acetato de etilo/L de alcohol a 100° GL), máximo	15 - 55	-	100	35	35	20	-	

(Los datos reportados corresponden al rango permisible)

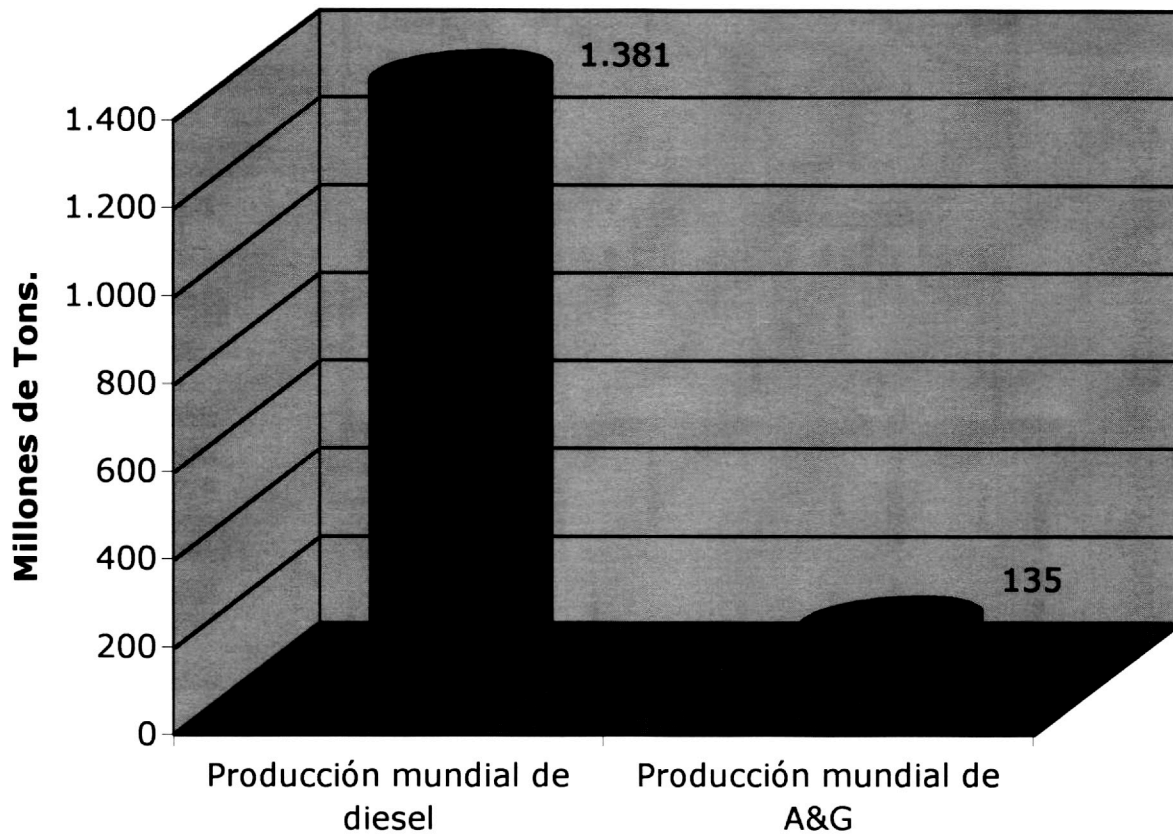
### ANEXO 3

## Alternativa Tecnológica para la Producción de Alcohol Combustible



### ANEXO 4

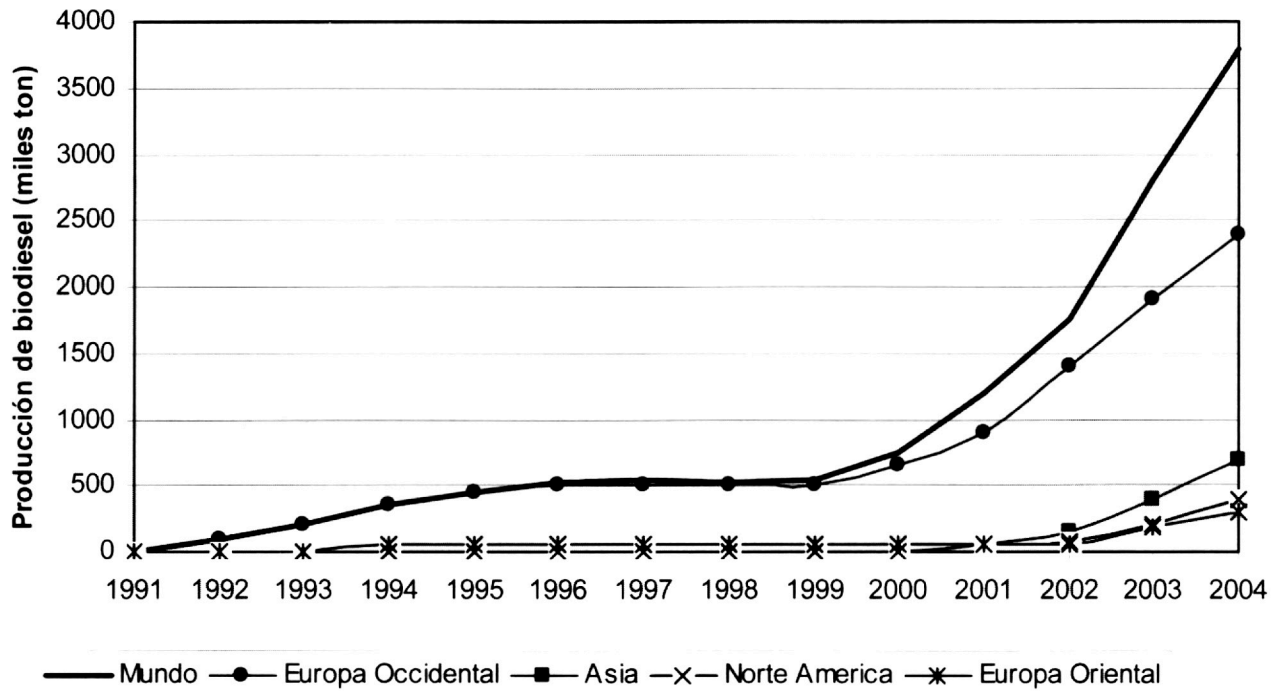
#### Participación del total de aceites vegetales en la producción mundial de diesel



(Fuente: Cálculos fedepalma)

## ANEXO 5

### Producción mundial de Biodiesel (en miles de toneladas)



(Fuente: Basiron, Y; Choo, Y.M., MPOB [2004])

(Fuente: Fedepalma)

## ANEXO 6

Biodiesel de palma africana. 3 Millón./Ton./año.

**Aproximadamente de un 3 al 5% del potencial mundial.  
(Hoy el biodiesel participa en menos del 0,3% del diesel).**

<b>Producción mundial del diesel</b>	<b>1.381 millones Ton/año</b>
<b>Producción mundial de biodiesel</b>	<b>3.8 millones Ton/año (0,28%)</b>
<b>Potencial mundial de biodiesel (5%)</b>	<b>69 millones Ton/año</b>
<b>Área requerida para 3 millones de Ton./año de biodiesel</b>	<b>750.000 Has</b>
<b>Empleos generados:</b>	<b>235.000</b>

**ANEXO 7**  
**Cuota azucarera americana durante 1989/2003**  
**según anuncio de USDA, (en Tm Vc)**

PAISES	AÑOS	CUOTA 1995/96	CUOTA 1996/07	CUOTA 1997/08	CUOTA 1998/09	CUOTA 1999/2000	CUOTA 2000/2001	CUOTA 2001/2002	CUOTA 2002/2003	CUOTA 2003/2004
ARGENTINA		85,741	87,236	65,563	46,581	45,283	45,283	45,281	45,281	45,281
AUSTRALIA		165,500	168,386	126,552	89,912	87,408	87,408	87,402	87,402	87,402
BARBADOS		12,311	11,359	7,830	7,583	7,372	7,372	7,371	7,371	7,371
BELICE		21,934	22,316	16,772	11,916	11,584	11,584	11,583	11,583	11,583
BOLIVIA		15,952	16,230	12,198	8,666	8,425	8,425	8,424	8,424	8,424
BRASIL		289,127	294,169	221,084	157,076	152,700	152,700	152,691	152,691	152,691
CANADA		-	-	-	-	-	-	-	-	-
COLOMBIA		47,855	48,690	36,593	25,999	25,274	25,274	25,273	25,273	25,273
CONGO		7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258
COSTA DE MARFIL		7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258
COSTA RICA		29,910	30,431	22,871	16,249	15,797	15,797	15,796	15,796	15,796
REP. DOMINICANA		350,940	357,060	268,350	190,657	185,346	185,346	185,335	185,335	185,335
ECUADOR		21,934	22,316	16,772	11,916	11,584	11,584	11,583	11,583	11,583
<b>EL SALVADOR</b>		<b>51,843</b>	<b>52,748</b>	<b>39,643</b>	<b>28,165</b>	<b>27,381</b>	<b>27,381</b>	<b>27,379</b>	<b>27,379</b>	<b>27,379</b>
FIDJI		17,946	18,259	13,722	9,750	9,478	9,478	9,477	9,477	9,477
GABON		7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258
GUATEMALA		95,711	97,380	73,186	51,997	50,549	50,549	50,546	50,546	50,546
GUYANA		23,928	24,345	18,297	12,999	12,637	12,637	12,636	12,636	12,636
HAITI		7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258
HONDURAS		19,940	20,288	15,247	10,833	10,531	10,531	10,530	10,530	10,530
INDIA		15,952	16,230	12,198	8,666	8,425	8,425	8,424	8,424	8,424
JAMAICA		21,934	22,316	16,772	11,916	11,584	11,584	11,583	11,583	11,583
MADAGASCAR		7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258
MALAWI		19,940	20,288	15,247	10,833	10,531	10,531	10,530	10,530	10,530
MAURICIO		23,928	24,345	18,297	12,999	12,637	12,637	12,636	12,636	12,636
MEXICO		7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258
MOZAMBIQUE		25,922	26,374	19,821	14,083	13,690	13,690	13,690	13,690	13,690
NICARAGUA		41,873	42,604	32,019	22,749	22,115	22,115	22,114	22,114	22,114
PANAMA		57,825	58,834	44,217	31,415	30,540	30,540	30,538	30,538	30,538
PAPUA NUEVA GUINEA		7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258
PARAGUAY		7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258
PERU		81,753	83,179	62,513	44,415	43,177	43,177	43,175	43,175	43,175
FILIPINAS		237,422	273,881	205,837	146,243	142,169	142,169	142,160	142,160	142,160
SURAFRICA		45,861	46,661	35,069	24,915	24,221	24,221	24,220	24,220	24,220
SAN KITTS & NEVIS		7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258
SWAZILANDIA		31,904	32,460	24,395	17,332	16,850	16,850	16,849	16,849	16,849
TAIWAN		23,928	24,345	18,297	12,999	12,637	12,637	12,636	12,636	12,636
TAILANDIA		27,916	28,403	21,346	15,166	14,743	14,743	14,743	14,743	14,743
TRINIDAD & TOBAGO		13,958	14,201	10,673	7,583	7,372	7,372	7,371	7,371	7,371
URUGUAY		7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258	7,258
ZIMBABWE		23,928	24,345	18,297	12,999	12,637	12,637	12,636	12,636	12,636
<b>TOTAL</b>		<b>2,017,196</b>	<b>2,100,001</b>	<b>1,600,000</b>	<b>1,164,934</b>	<b>1,134,999</b>	<b>1,117,257</b>	<b>1,117,192</b>	<b>1,117,192</b>	<b>1,117,192</b>

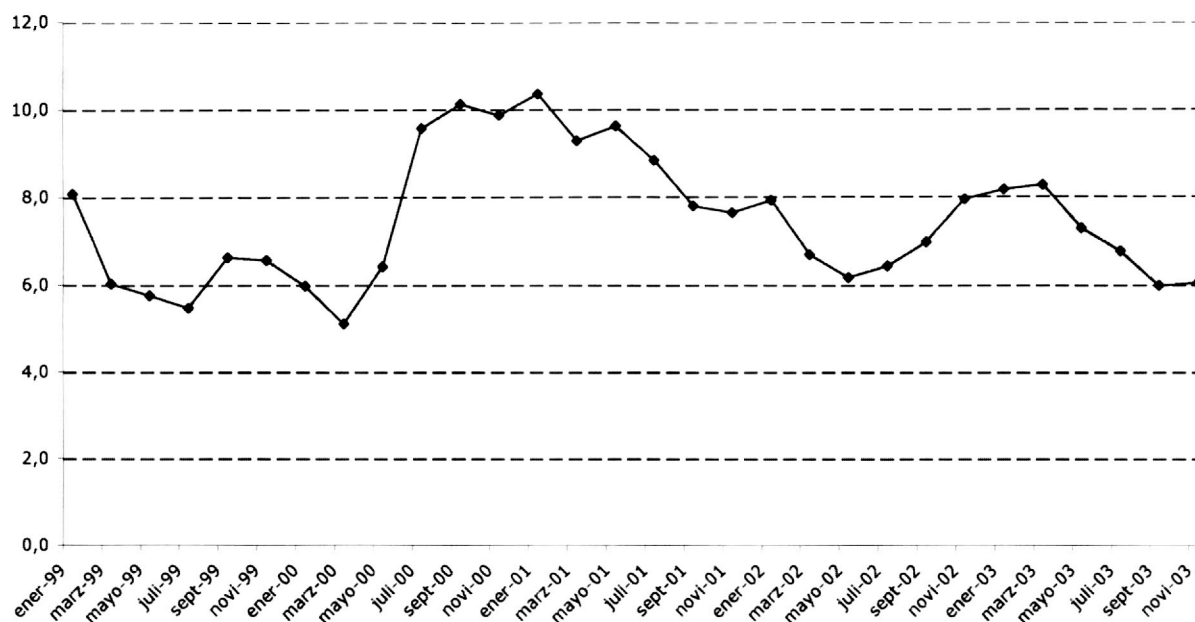
Fuente: USDA

**ANEXO 8**  
**Precios internacionales del azúcar**  
**(C.I.A. precio/diario promedio semanal)**  
**centav. EE.UU./ libra**

MESES \ AÑO	1999	2000	2001	2002	2003
Enero	8.07	5.96	10.35	7.90	8.15
Febrero	6.82	5.37	9.89	6.66	9.01
Marzo	6.02	5.11	9.27	6.67	8.25
Abril	5.51	6.03	8.74	6.88	7.76
Mayo	5.75	6.40	9.61	6.16	7.25
Junio	6.02	8.61	9.04	5.75	6.75
Julio	5.46	9.56	8.82	6.41	6.73
Agosto	5.72	10.50	8.15	6.29	6.93
Septiembre	6.61	10.11	7.77	6.94	5.97
Octubre	6.76	10.82	6.75	7.47	6.04
Noviembre	6.55	9.86	7.62	7.93	
Diciembre	5.99	10.08	8.08	7.96	

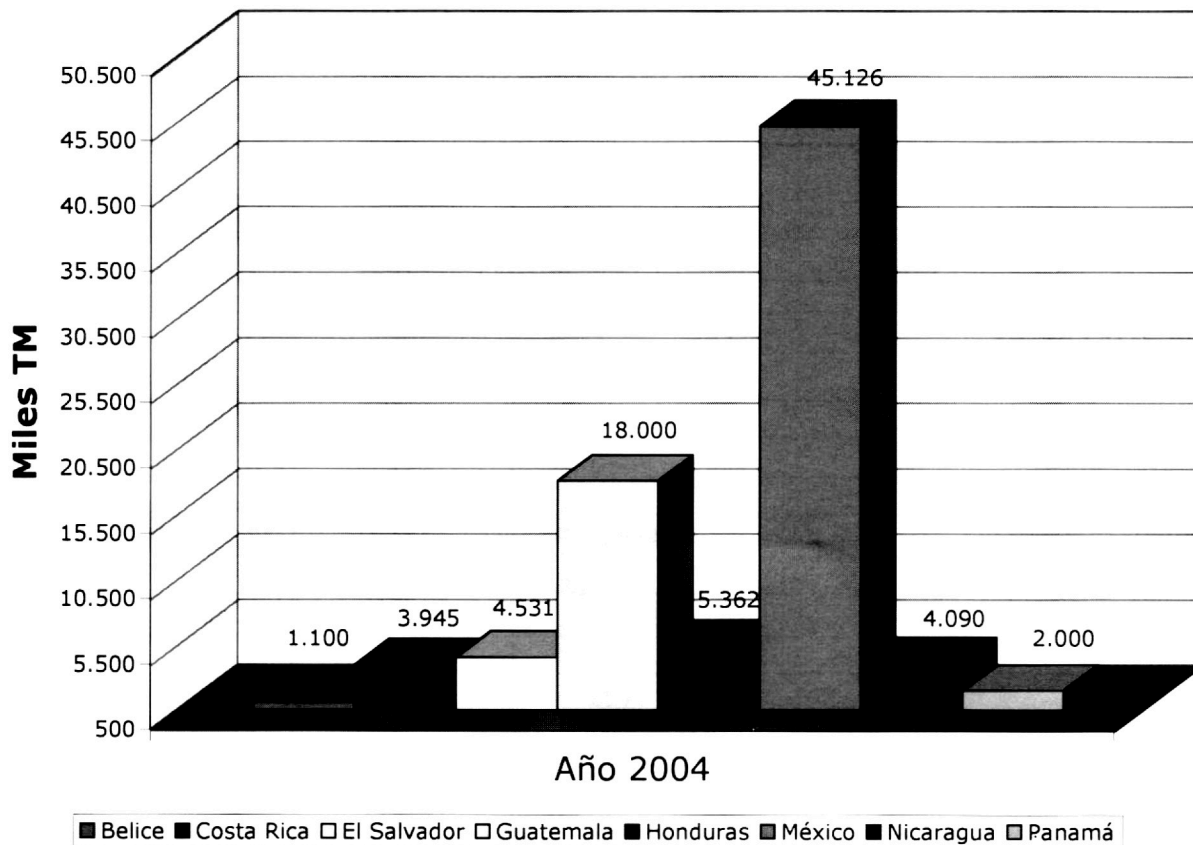
Fuente: Organización Internacional del Azúcar (CIA) y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO

**ANEXO 9**



(Fuente: Organización Internacional del Azúcar (CIA) y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO).

# ANEXO 10



(Fuente: FAO)

**ANEXO 11**  
**BALANCE AZUCARERO MUNDIAL**  
**2001/2002 y 2002/2003**  
**(miles de toneladas valor crudo)**

	PRODUCCIÓN		CONSUMO	
	2001/2002	2002/2003	2001/2002	2002/2003
EUROPA OCCIDENTAL	19,558	22,065	18,253	18,253
EUROPA DEL ESTE Y FEDERACIÓN RUSA	4,426	4,441	11,973	12,178
NORTE AMÉRICA	7,375	7,740	10,320	10,415
AMÉRICA CENTRAL	13,400	13,440	7,927	8,097
AMÉRICA DEL SUR	30,141	30,265	16,589	16,984
ARGENTINA	1,625	1,625	1,515	1,530
BOLIVIA	290	290	300	315
BRASIL	22,886	23,000	10,085	10,350
CHILE	550	510	695	705
COLOMBIA	2,400	1,450	1,345	1,375
ECUADOR	480	480	470	485
GUYANA	330	330	25	25
PARAGUAY	110	110	110	110
PERÚ	800	800	995	1,025
SURINAME	10	10	19	19
URUGUAY	10	10	105	110
VENEZUELA	650	650	925	935
AFRICA DEL NORTE	5,817	6,540	13,112	13,472
EXTREMO ORIENTE Y OCEANÍA	26,631	27,960	24,771	25,186
SUB CONTINENTE INDIO	23,430	22,480	22,710	23,565
ÁFRICA AUSTRALIA/ECUATORIAL	6,676	6,821	6,488	6,639
<b>TOTAL MUNDIAL</b>	<b>137,454</b>	<b>141,752</b>	<b>134,669</b>	<b>137,390</b>

(Fuente: Organización Internacional del Azúcar)

**ANEXO 12**  
**ISTMO CENTROAMERICANO:**  
**ESTRUCTURA DE PRECIOS DE LAS GASOLINAS Y EL DIESEL, 1999 Y 2000**

(Dólares por galón)

	Costa Rica		El Salvador		Guatemala		Honduras		Nicaragua		Panamá	
	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
<b>Gasolina superior</b>												
<b>sin plomo</b>												
<b>Precio al consumidor</b>	<b>1.69</b>	<b>2.40</b>	<b>1.72</b>	<b>2.44</b>	<b>1.64</b>	<b>1.93</b>	<b>1.98</b>	<b>2.30</b>	<b>1.94</b>	<b>2.31</b>	<b>1.67</b>	<b>1.91</b>
Impuestos y regargos	0.77	1.11	0.51	0.95	0.69	0.65	0.98	0.93	0.78	0.78	0.61	0.60
<b>Precio sin impuesto</b>	<b>0.92</b>	<b>1.29</b>	<b>1.21</b>	<b>1.49</b>	<b>0.95</b>	<b>1.28</b>	<b>0.99</b>	<b>1.37</b>	<b>1.16</b>	<b>1.53</b>	<b>1.06</b>	<b>1.31</b>
Márgenes y costos adicionales	0.35	0.41	0.60	0.56	0.35	0.37	0.38	0.44	0.55	0.59	0.49	0.43
<b>Precio cif</b>	<b>0.57</b>	<b>0.88</b>	<b>0.61</b>	<b>0.93</b>	<b>0.59</b>	<b>0.91</b>	<b>0.61</b>	<b>0.93</b>	<b>0.61</b>	<b>0.93</b>	<b>0.57</b>	<b>0.88</b>
Flete y seguro	0.02	0.03	0.06	0.08	0.04	0.05	0.06	0.08	0.06	0.08	0.02	0.03
Ajuste por calidad	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Precio USGC	0.57	0.87	0.57	0.87	0.57	0.87	0.57	0.87	0.57	0.87	0.57	0.87
<b>Gasolina regular</b>												
<b>sin plomo</b>												
<b>Precio al consumidor</b>	<b>1.61</b>	<b>2.28</b>	<b>1.59</b>	<b>2.01</b>	<b>1.58</b>	<b>1.86</b>	<b>1.89</b>	<b>2.20</b>	<b>1.83</b>	<b>2.20</b>	<b>1.56</b>	<b>1.90</b>
Impuestos y recargos	0.73	1.05	0.45	0.62	0.68	0.64	0.93	0.88	0.78	0.78	0.60	0.60
<b>Precio sin impuestos</b>	<b>0.88</b>	<b>1.22</b>	<b>1.13</b>	<b>1.40</b>	<b>0.90</b>	<b>1.22</b>	<b>0.95</b>	<b>1.32</b>	<b>1.05</b>	<b>1.42</b>	<b>0.96</b>	<b>1.30</b>
Márgenes y costos adicionales	0.34	0.36	0.56	0.50	0.33	0.33	0.39	0.44	0.49	0.54	0.44	0.47
<b>Precio cif</b>	<b>0.53</b>	<b>0.86</b>	<b>0.57</b>	<b>0.90</b>	<b>0.57</b>	<b>0.89</b>	<b>0.56</b>	<b>0.88</b>	<b>0.56</b>	<b>0.88</b>	<b>0.52</b>	<b>0.83</b>
Flete y seguro	0.02	0.03	0.06	0.08	0.04	0.05	0.06	0.08	0.06	0.08	0.02	0.03
Ajuste por calidad	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
Precio USGC	0.53	0.83	0.53	0.83	0.53	0.83	0.53	0.83	0.53	0.83	0.53	0.83
<b>Diesel</b>												
<b>Precio al consumidor</b>	<b>1.16</b>	<b>1.63</b>	<b>1.06</b>	<b>1.45</b>	<b>1.13</b>	<b>1.40</b>	<b>1.26</b>	<b>1.61</b>	<b>1.48</b>	<b>1.91</b>	<b>1.14</b>	<b>1.46</b>
Impuestos y recargos	0.44	0.63	0.14	0.18	0.32	0.29	0.43	0.38	0.65	0.65	0.25	0.25
<b>Precio sin impuestos</b>	<b>0.73</b>	<b>1.01</b>	<b>0.93</b>	<b>1.27</b>	<b>0.82</b>	<b>1.11</b>	<b>0.84</b>	<b>1.23</b>	<b>0.83</b>	<b>1.26</b>	<b>0.89</b>	<b>1.21</b>
Márgenes y costos adicionales	0.23	0.16	0.39	0.37	0.30	0.24	0.30	0.33	0.29	0.36	0.40	0.37
<b>Precio cif</b>	<b>0.49</b>	<b>0.84</b>	<b>0.54</b>	<b>0.90</b>	<b>0.52</b>	<b>0.87</b>	<b>0.54</b>	<b>0.90</b>	<b>0.54</b>	<b>0.90</b>	<b>0.49</b>	<b>0.84</b>
Flete y seguro	0.02	0.03	0.07	0.09	0.05	0.06	0.07	0.09	0.07	0.09	0.02	0.03
Precio USGC	0.47	0.81	0.47	0.81	0.47	0.81	0.47	0.81	0.47	0.81	0.47	0.81

(Fuente: CEPAL)

## **PUBLICACIONES REALIZADAS POR LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE EL SALVADOR:**

- Colección Jurídica de la Universidad Tecnológica de El Salvador
  - 1. Derecho Constitucional de El Salvador (4 Tomos)**  
*Autor: Dr. Mario Antonio Solano Ramírez*
  - 2. Curso de Derecho Penal Salvadoreño**  
Parte general. Volumen II  
*Autor: Miguel Alberto Trejo Escobar*
- Colección de la Historia de la economía de la provincia del Salvador desde el siglo XVI hasta nuestros días (5 Tomos)  
*Autor: Jorge Barraza Ibarra*





***Universidad Tecnológica***  
*La Gran Universidad de El Salvador*