

PA-AY-761

1.1 2

CONFERENCIA CENTROAMERICANA SOBRE ENERGIA Y DESARROLLO

Tegucigalpa, Honduras, 25 al 27 de marzo de 1981

EVOLUCION Y PERSPECTIVAS REGIONALES DE LAS FUENTES ALTERNAS

NO CONVENCIONALES DE ENERGIA

Expositor: W. Ludwig Ingram, Jr.  
ICAITI

EVOLUCION Y PERSPECTIVAS REGIONALES DE LAS FUENTES ALTERNAS

NO CONVENCIONALES DE ENERGIA

Las presentaciones anteriores destacaron la situación y perspectivas de los hidrocarburos y la energía eléctrica en el Istmo centroamericano; confirman lo imperativo que es para la región, aprovechar al máximo sus propios recursos para atender sus requerimientos energéticos y reducir la dependencia de fuentes externas para el suministro de tan vital recurso.

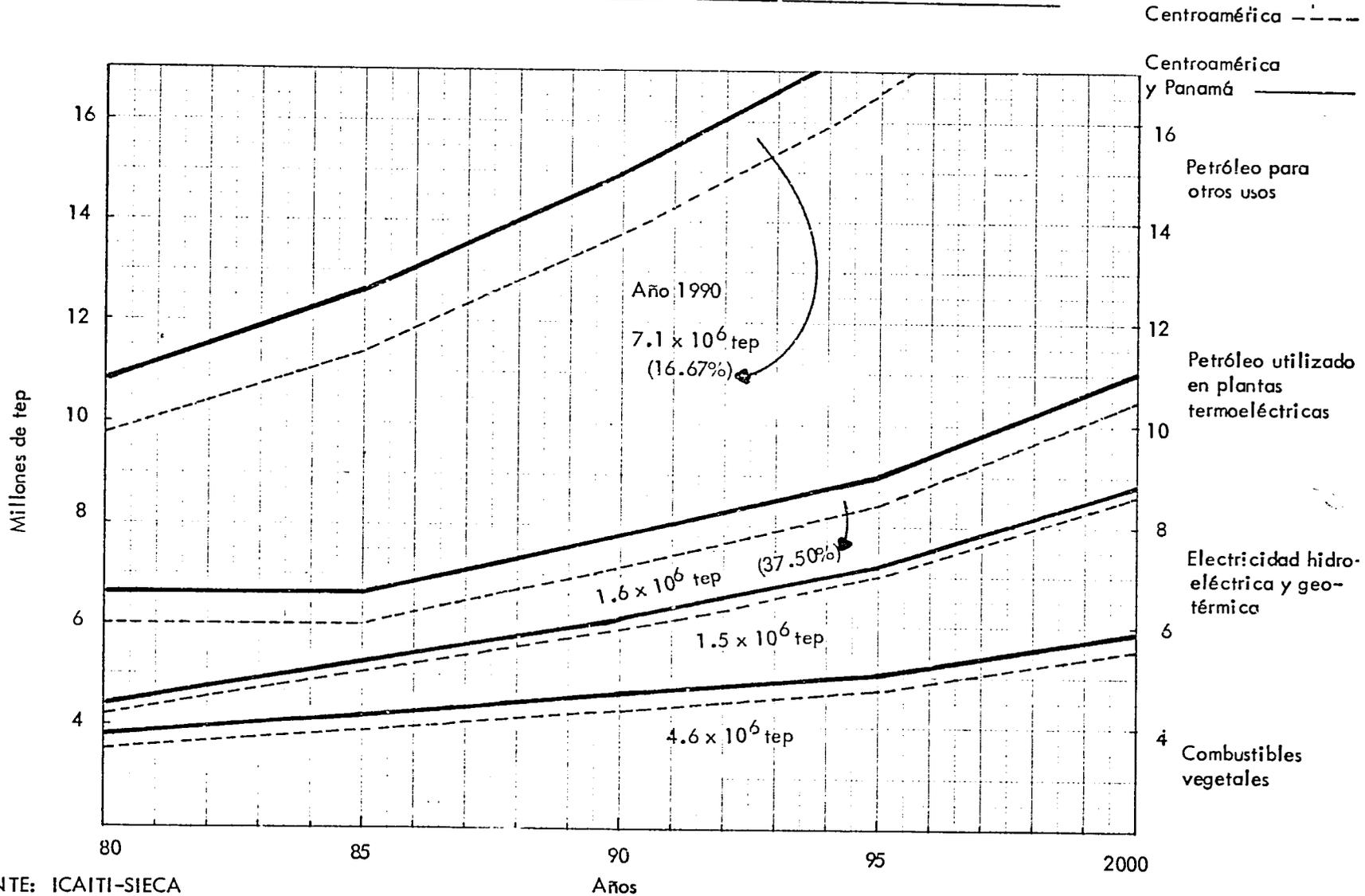
Se hizo patente, a través de ellas, que las condiciones actuales y las perspectivas energéticas del área, además de afectar en forma negativa la balanza de pagos de los países, también afecta en igual forma el desarrollo de los mismos al desvirtuar los escasos recursos financieros de que disponen para el desarrollo socio-económico, para destinarlos a la importación de petróleo.

Para mejor visualizar el cuadro energético total y discutir las posibles opciones que tienen los países del Istmo, se ha seleccionado la siguiente gráfica, muy ilustrativa, preparada por SIECA, modificándola para incluir cifras correspondientes a la República de Panamá.

• • • •

ICAITI

CENTROAMERICA Y PANAMA. Estimaciones de consumo de energía para los años 1980 a 2000



FUENTE: ICAITI-SIECA

### Combustibles vegetales

En primer término se puede apreciar la importancia de los combustibles vegetales (leña, bagazo y otros desperdicios agrícolas).

La leña es el combustible tradicional de la población rural y urbana de escasos recursos. Es el combustible más asequible en esas áreas y cuyo empleo requiere de muy poca sofisticación.

En vista de la futura escasez y los mayores costos de los combustibles derivados del petróleo, la leña será de mayor importancia aún en los años venideros, cuando un mayor número de familias e industrias estarán recurriendo al uso de la biomasa como combustible. Se aprecia en la gráfica que entre 1980 y 2000, el consumo casi se duplica.

Actualmente el uso de la leña está reportando esfuerzos físicos y económicos considerables sobre gran parte de los usuarios, y esto tiende a incrementarse con el aumento en el consumo de leña. Este aumento en el consumo, por otra parte, ya está haciendo sentir sus efectos en el medio ambiente, con su fuerte impacto en la deforestación. Esto requiere de una inmediata atención de las autoridades ya que, la deforestación influye en el régimen pluvial, en el que los gobiernos actualmente tienen puestas sus esperanzas para sus programas hidroeléctricos.

Hay que hacer notar, sin embargo, que el uso de leña y otros combustibles agrícolas, se hace en forma muy ineficiente y la mayor parte del valor

calorífico se pierde. Esto no sólo es el caso del uso doméstico de la leña, sino también a nivel industrial. Es bien conocido que en la industria azucarera, por ejemplo, la eficiencia energética no era el objetivo principal en el diseño de sus calderas; estas fueron diseñadas más bien para deshacerse del problemático bagazo.

A través de ciertas mejoras y modificaciones de diseño y prácticas mejoradas en el uso de la biomasa como combustible, existen posibilidades de mejorar considerablemente la eficiencia de su uso.

En este sentido, hace poco más de un año, que el ICAITI y CATIE (1) bajo los auspicios de la Oficina Regional de los Programas Centroamericanos (ROCAP), iniciaron un programa de cinco años con el objeto de proveer a la población y comunidades, e industrias rurales de nuevas y eficientes tecnologías en el uso de recursos biomásicos.

CATIE, evaluaría varias especies de árboles de rápido crecimiento y establecería la posibilidad de cultivarlos para propósitos de combustible.

El ICAITI por su parte, evaluaría las actuales tecnologías en el uso de la leña como combustible y recomendaría las modificaciones necesarias para mejorar su eficiencia y/o desarrollar y adaptar nuevas tecnologías para el uso eficiente de la leña, de bajo costo para uso tanto doméstico como a nivel de industria rural.

---

(1) Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

Durante el año de 1980, el ICAITI realizó labores de investigación y experimentación, relacionadas con el consumo de leña, tanto en actividades domésticas como industriales.

Se iniciaron los trabajos entablando contacto con instituciones establecidas fuera del área centroamericana, que se han dedicado al desarrollo de proyectos de tecnología apropiada, fundamentalmente en lo que respecta a la utilización de leña como combustible.

Simultáneamente se realizaron viajes por los países centroamericanos, con objeto de obtener información directa de la forma en que se emplea la madera como combustible para cocinar en servicios domésticos, observando muchas variedades de cocinas, poyos, fogones, hornillas, etc.

De acuerdo con la información adquirida, se seleccionaron 10 modelos de estufas para ser construidas en forma experimental en el ICAITI. En la selección de los modelos se consideró primordialmente a aquellos de fácil construcción y de bajo costo que no requieren de técnicas ni conocimientos especiales y que emplean materiales de uso común en el medio rural.

Previa a la etapa de construcción, se experimentó con los materiales necesarios para tal fin, sometiendo los mismos a pruebas sencillas que permitieran encontrar las proporciones adecuadas que garantizaran buenos resultados, procurando que tales pruebas pudieran ser fácilmente aplicadas en el medio rural.

Conforme progresó el desarrollo de la etapa de construcción de las estufas seleccionadas, se obtuvo información de nuevos modelos cuya experimentación pareció interesante, por lo que finalmente se construyó un total de 15 estufas, 2 de las cuales están diseñadas para quemar aserrín y cascabillo de café o arroz, y otras 2 que representan un diseño especial ideado por el equipo de combustión del ICAITI.

Para realizar las pruebas de eficiencia y consumo de leña de las estufas construidas, se ensayaron varias metodologías, hasta encontrar —por experimentación— la más confiable a aplicar; esta actividad consumió gran parte del tiempo disponible en el año de 1980.

Los resultados obtenidos (eficiencia comparativa del consumo de leña al cocinar) se emplearon como uno de los criterios adoptados para la selección de 5 de los 15 modelos construidos, estos son los siguientes: Lorena, Singer, Choola, una estufa de adobe y una de block, estas últimas diseñadas por ICAITI.

Los modelos seleccionados fueron estudiados en cada una de sus características, analizando los materiales empleados y experimentando con algunos sustitutos que pueden conseguirse fácilmente en algunas comunidades. También se estudiaron circunstancias de aplicaciones específicas, tales como: construcción de la estufa sobre piso frágil de madera o caña; empleo de la estufa para el secado de carne y granos; distintos materiales para chimeneas con distintas clases de techos; etc.

Con base en los resultados obtenidos, estas estufas operadas en forma apropiada permitirán un ahorro en el consumo de leña superior a un 20 por ciento sobre los de uso tradicional.

De acuerdo con el plan de trabajo del ICAITI, se ha programado la construcción de más de 450 estufas en el área centroamericana como unidades de demostración.

Para realizar el plan mencionado han sido definitivamente seleccionadas en Guatemala, Panamá y Costa Rica, cinco comunidades en cada país, y están en proceso de selección cinco comunidades en Honduras. En cada comunidad se construirán quince estufas (tres de cada uno de los modelos seleccionados para efectuar demostraciones y observar el funcionamiento de las estufas y su aceptación por los usuarios).

Se espera, en un futuro próximo, construir igual número de estufas en Nicaragua y El Salvador.

Cabe señalar que en cada país, las estufas de demostración serán construidas por personal de las contrapartes, asesorados por técnicos del ICAITI, con miras a que las organizaciones de la contraparte continúen con la labor de diseminación del uso de las estufas en el futuro.

En la actualidad, se encuentra preparado el programa y el diseño preliminar de un seminario-taller a realizarse en Guatemala, del 21 de abril al 1o. de mayo del año en curso, al que asistirán las personas que se harán cargo del proyecto en cada comunidad de cada país, y en algunos casos, técnicos del nivel central de la contraparte oficial, para aprender las técnicas de construcción, uso y mantenimiento de las estufas seleccionadas.

Por ahora, se está trabajando en el desarrollo de los manuales de construcción, operación y mantenimiento de las estufas seleccionadas y se está preparando un informe detallado que describe las actividades del equipo de combustión referente al trabajo efectuado en las estufas, incluyendo los resultados de las pruebas técnicas.

En lo referente a hornos de industrias rurales que emplean leña, se visitaron varios países, de los cuales se seleccionaron aquellos que prestaran alguna facilidad para estudiar detenidamente cada actividad, entre ellos: horno de panadería, horno de ladrillo, horno de cerámica, horno de cal, horno de panela, horno de sal, etc.

Se hicieron observaciones y se obtuvieron datos sobre los diferentes tipos de hornos, consumo de leña, operación, etc. de los hornos.

La información obtenida servirá de base para preparar diseños eficientes en cada una de las unidades mencionadas. El ICAITI tiene programada esta actividad para el año 1981. Posteriormente, se procederá a la construcción y evaluación de prototipos previa a la instalación de por lo menos 7 unidades demostrativas en los países centroamericanos.

### Energía eléctrica

En segundo término, en la gráfica se aprecia que, con los dinámicos programas hidroeléctricos y geotérmicos de los países, aparece el importante desarrollo de la generación de energía eléctrica. Sin embargo, conforme con estas proyecciones, basadas en proyectos programados, se observa que Centroamérica, en el año 2000 todavía tendría necesidad de importar hidrocarburos para satisfacer sus necesidades eléctricas, aún cuando el potencial hidroeléctrico y geotérmico es más que suficiente para atender las necesidades previstas de energía eléctrica del Istmo.

Se entiende de esto, que el desarrollo de nuevos proyectos, conjuntamente con la interconexión eléctrica, contribuiría a que estas importaciones de petróleo para la generación de energía eléctrica podrían ser sustituidas en una mayor proporción.

### Hidrocarburos

Finalmente, se aprecian los importantes volúmenes de petróleo, en acelerado crecimiento, que habría que importar para el consumo directo, es decir, primordialmente para la industria y el transporte. Esta porción de los requerimientos, que representará en el año 1990, unos 7.2 millones de toneladas equivalentes de petróleo,

es la fracción que ocasionaría los mayores desajustes económicos de los países y, por lo tanto, la sustitución de ella debería constituirse en el objetivo principal de las entidades nacionales y regionales.

Dicha sustitución debería enfrentarse a través del desarrollo de fuentes alternativas de energía disponibles y renovables.

Los recursos más abundantes de que dispone el área para este fin es la biomasa. La producción anual de biomasa en el Istmo centroamericano, se estima en poco más de 100 millones de toneladas equivalentes de petróleo. Esto incluye la producción de los bosques, desperdicios y residuos agrícolas, así como el estiércol de animales en establos.

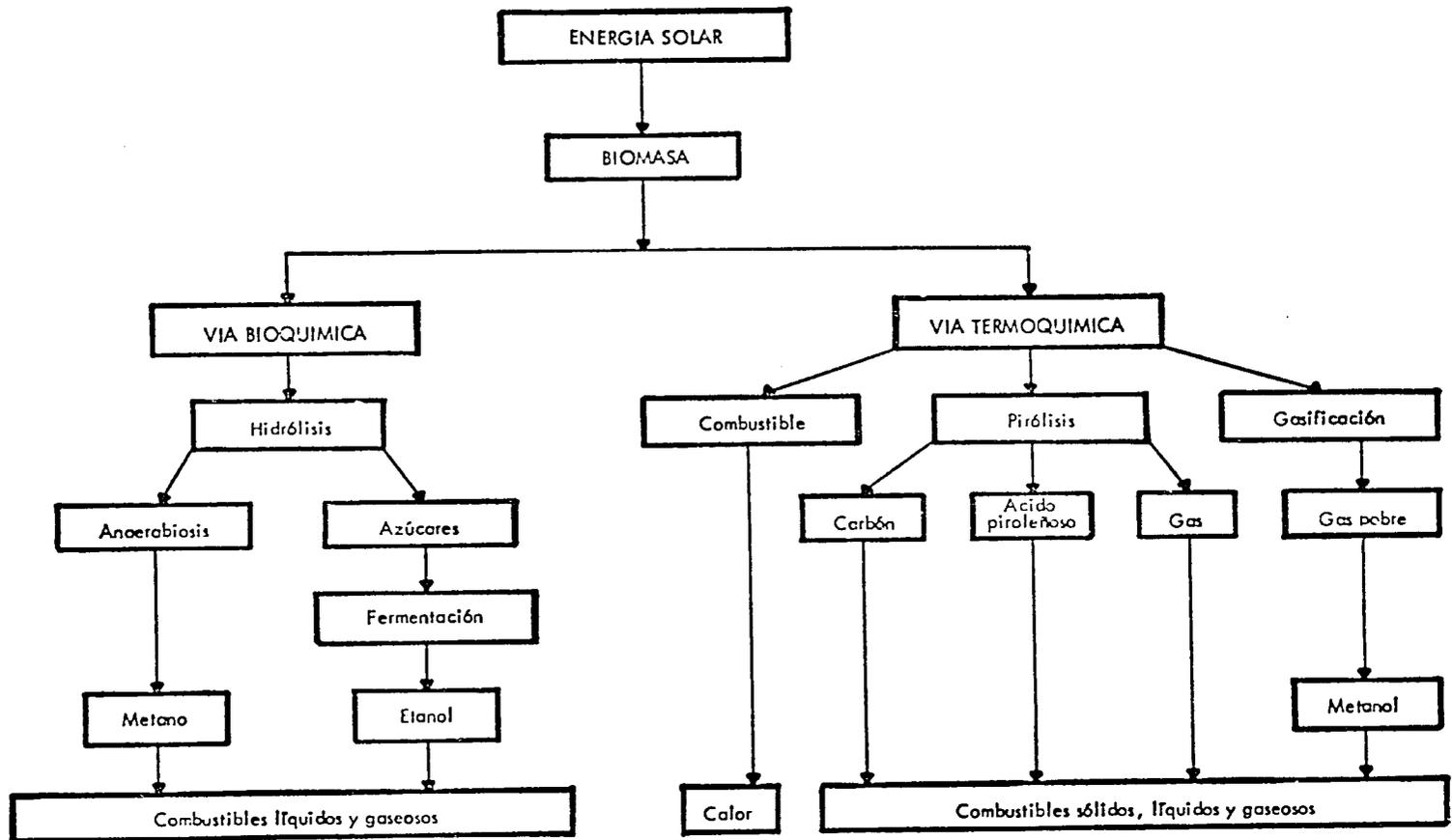
Este volumen de biomasa es 7 veces más que la demanda total de energía prevista para el año 1990, y 14 veces más que el volumen de combustibles líquidos que ese año habría que importar.

Desafortunadamente, esta importante fuente potencial de energía no se encuentra en las regiones en que se necesita, como tampoco se encuentra en la forma en que se requiere. Por otro lado, esta biomasa no puede ser transportada en forma económica a través de grandes distancias. Sin embargo, se presta a ser sometida a una serie de tratamientos y procesos que la transforma en combustibles aprovechables y capaces de soportar costos más elevados de traslado.

En efecto, esta biomasa puede y debe considerarse como una fuente para la obtención de energía en forma sólida, líquida y gaseosa para reemplazar en una alta proporción, las importaciones de combustibles derivados del petróleo.

Para analizar mejor las posibilidades, se ofrece a continuación una relación de los procesos a que puede ser sometida la biomasa y los combustibles que de ella se pueden derivar. No es una relación exhaustiva; los procesos son mucho más numerosos y complejos. Aquí se han considerado los más asequibles, o sean los que más rápidamente podrían encontrar aplicación en la región. Este diagrama refleja también las áreas en las que el ICAITI tiene interés en realizar estudios, investigaciones tecnológicas e instalaciones de unidades demostrativas para las cuales requiere de apoyo, tanto económico como de asistencia técnica.

Por la vía termoquímica, el uso del combustible para generar calor es el caso de la leña y desperdicios agrícolas que se acaba de comentar.



De aquí en adelante se hará referencia a los otros procesos del diagrama, o se la gasificación, la pirólisis y la hidrólisis, y se referirá a las posibilidades que podrían ofrecer en la solución de la problemática energética centroamericana. Para poder apreciar mejor dichas posibilidades, sin embargo, se ha estimado el consumo de combustibles derivados del petróleo para el año 1990, desglosado en tipo de combustible por actividad consumidora.

Dicha estimación se refleja en el siguiente cuadro. En el año de referencia, el consumo de gasolina ascendería a 1.7 millones de toneladas equivalentes de petróleo, el diesel a poco más de 3.4 millones y el aceite combustible cerca de 2.3 millones de tep. En el mismo cuadro se aprecia la importancia del consumo de diesel en el transporte. En el siguiente cuadro, se ofrece la estructura del consumo según el tipo de combustible. Dicho cuadro refleja que el 82 por ciento de la gasolina se destinará a transporte, el 42 por ciento del keroseno y el 55 por ciento del diesel igualmente serán consumidos en el transporte. El 43 por ciento del aceite combustible se destinará a consumo industrial. La generación de energía eléctrica consumirá, por su parte, un 16 por ciento del diesel y el 46 por ciento del aceite combustible.

• • • •

ICAITI

Consumo de combustibles derivados del petróleo

-En miles de tep, año 1990-

Actividad	Gasolina	Keroseno	Diesel	Aceite combustible	Gas lp
Transporte	1 376.0	248.0	1 881.0	15.9	-
Industria	15.0	48.0	338.5	979.0	61.3
Agricultura	25.0	11.0	331.7	28.5	-
Doméstico	-	248.0	17.6	-	675.0
Termoeléctrico	-	-	550.0	1 050.0	-
Otros	200.0	13.0	204.0	161.3	-
Pérdidas en transportación	<u>55.0</u>	<u>21.0</u>	<u>78.2</u>	<u>36.3</u>	<u>30.7</u>
Total miles de tep	1 671.0	589.0	3 401.0	2 271.0	767.0

Combustible	Consumo total año 1990 (miles de tep)
Gasolina	1 671.0
Diesel	3 401.0
Fuel Oil	2 271.0
Keroseno	589.0
Gas lp.	<u>767.0</u>
Total	8 699.0

Cuadro 2

Consumo de combustibles derivados del petróleo

Estructura, según tipo de combustible, año 1990

<u>Actividad</u>	<u>Gasolina</u>	<u>Keroseno</u>	<u>Diesel</u>	<u>Aceite combustible</u>	<u>Gas Lp</u>
Transporte	82.35	42.07	55.31	0.70	-
Industria	0.90	8.22	9.95	43.11	8.00
Agricultura	1.50	1.87	9.75	1.25	-
Doméstico	-	42.07	0.52	-	88.00
Termoeléctrico	-	-	16.17	46.24	-
Otros	11.96	2.21	6.00	7.10	-
Pérdidas en transportación	3.29	3.56	2.30	1.60	4.00
Total	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

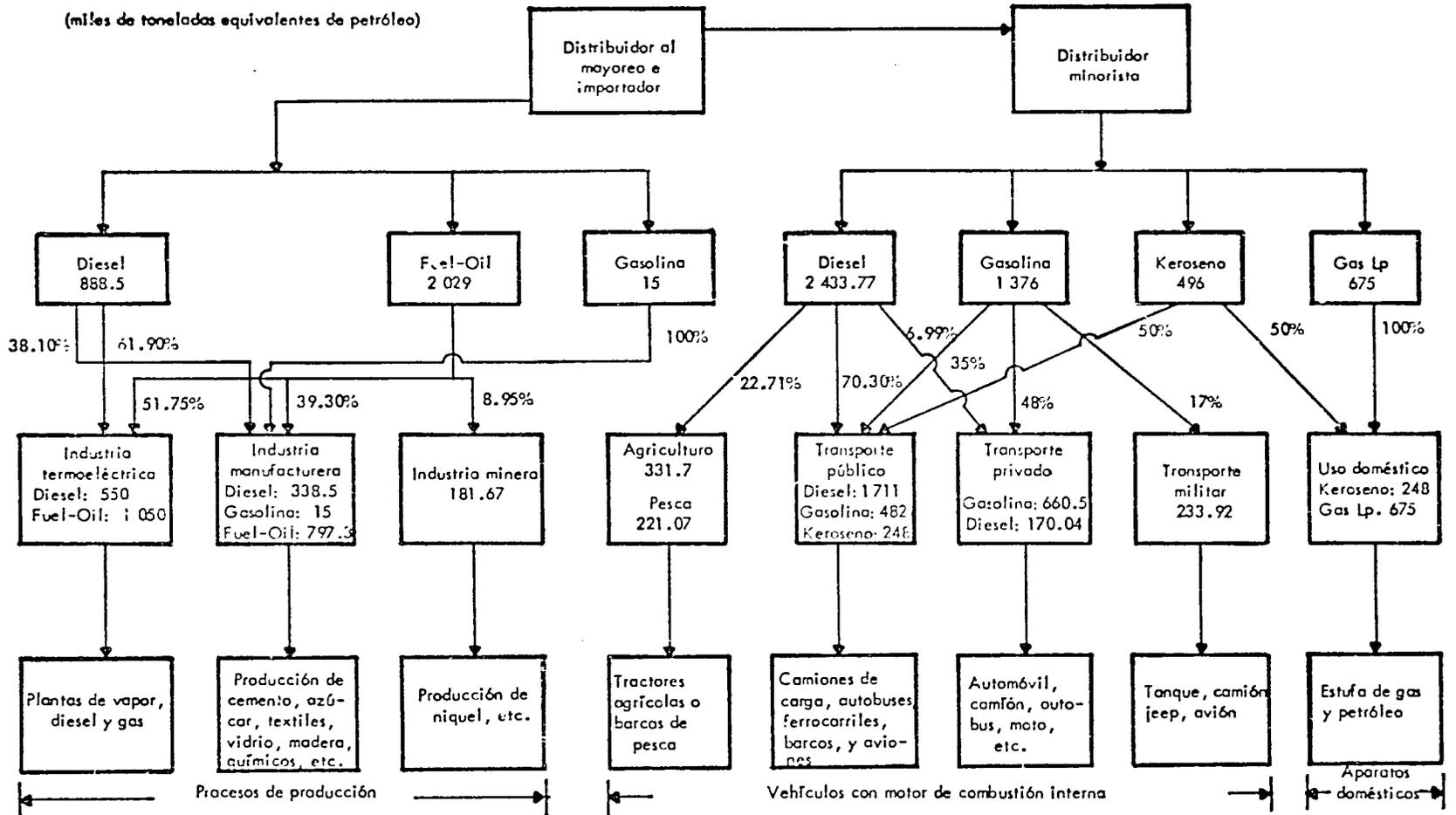
Al trasladar las cifras de los cuadros anteriores a este diagrama tomado de una publicación de CEPAL (1) y acondicionados para los propósitos de esta presentación, se puede apreciar mejor las posibilidades de sustitución de las importaciones de combustibles derivados del petróleo.

1. La gasolina para el transporte privado, para el transporte público, para transporte militar, como también su consumo en la industria, puede sustituirse prácticamente en su total, por el uso de alcoholes carburantes. Quizás la única excepción, por ahora, sea el uso en la aviación y otros de característica muy especial, cuyos volúmenes son difíciles de precisar.
2. El gas licuado y el keroseno que se destina al uso doméstico puede ser sustituido asimismo, en su mayor proporción, por el uso de biogás y la biomasa o sus derivados.
3. El diesel destinado al transporte, que de acuerdo a nuestras estimaciones llegaría a representar unos volúmenes muy importantes en el año de 1990, presenta ciertos problemas en su sustitución, no así sin embargo, en su consumo en la industria. Tanto el diesel como el aceite combustible, se considera que podrían ser sustituidos en una alta proporción por el uso del carbón vegetal.

---

(1) El impacto del incremento del precio de los hidrocarburos sobre las economías del Istmo Centroamericano. CEPAL/México/1036/Rev.1

ISTMO CENTROAMERICANO. Diagrama de consumo aparente de combustibles derivados del petróleo, año 1990



FUENTE: Estimaciones ICAITI-CEPAL

### Posibilidades de la sustitución de la gasolina

El transporte en Centroamérica depende esencialmente de combustibles líquidos importados y la mejor alternativa que tiene el Istmo de sustituirlos es el alcohol metílico y/o el etílico.

No se ha realizado un estudio a fondo para establecer cuál de estos alcoholes ofrece la mejor opción para Centroamérica. Sin embargo, se considera que el etanol de la caña de azúcar ofrece ciertas ventajas en una primera etapa como extensor de la gasolina.

La caña de azúcar es la materia prima ideal para la producción del etanol, y es un cultivo tradicional de los países centroamericanos. No sólo es clasificado como una de las plantas que más eficientemente aprovecha la energía solar, sino que además tiene la ventaja de proveer un residuo fibroso que se usa como combustible, con lo que se logra un balance energético más favorable que otras materias primas para la producción del etanol.

La tecnología para la fermentación alcohólica también es bien conocida en el área.

El uso del etanol en la mezcla con gasolina es una actividad que se ha desarrollado en muchos países a lo largo de los años, en motores convencionales.

por ciento. Esto quiere decir que la inclusión del 15 por ciento de alcohol en la gasolina, sustituiría, por lo menos un 22 por ciento de las importaciones considerando los extremos inferiores.

El uso del alcohol etílico como extensor de la gasolina requiere de etanol anhidro y el proceso de deshidratación es bastante más costoso en plantas pequeñas, por lo que hay que pensar en plantas de relativa gran capacidad para esta primera fase.

En una segunda etapa se podría pensar en el uso del alcohol como un sustituto total de la gasolina. En este caso, sí habría necesidad de realizar modificaciones en los motores. El uso del etanol solo, permitiría la instalación de plantas de alcohol en las mismas regiones que lo consumen. Como no es necesario que sea anhidro, se puede elaborar en plantas pequeñas, que a su vez abre la posibilidad de que la producción podría estar a cargo de pequeños productores.

Para una sustitución total, el volumen de alcohol sería considerable, aproximadamente de 450 millones de galones anuales, y en este caso, habría que pensar en el desarrollo de otras materias primas para la producción de alcohol. Dentro de estas otras materias primas se pueden señalar:

- La yuca que tiene un potencial importante como cultivo energético. Puede sembrarse en gran variedad de suelos, aún se da bien en áreas semiáridas. Debido a estas características y a que se presta mejor al cultivo de pequeños terratenientes, podría convertirse en una importante fuente de ingresos para la población rural.

- El sorgo dulce, que después de la caña, es el cultivo que produce mayor volumen de alcohol por unidad cultivada. Como sucede con la caña de azúcar, se trituran los tallos y se extrae el jugo que luego se convierte por medio de la fermentación y destilación; y,
- La biomasa misma, a través de la hidrólisis de material celulósico, para la obtención de azúcares fermentables.

Con relación al alcohol carburante, el ICAITI contempla la instalación de tres plantas de alcohol en un número igual de países centroamericanos. Estas plantas tendrían capacidad de entre 1 000 y 2 000 litros diarios de alcohol, y tendrían el objeto de demostrar las siguientes tecnologías:

- El proceso desarrollado por el ICAITI, conocido como EX-FERM, tiene la característica de fermentar los azúcares directamente dentro de trocitos de caña. Las ventajas que ofrece este proceso consisten en que se aumenta la eficiencia de la conversión de azúcares a alcohol a través de la fermentación directa; se reducen considerablemente las inversiones en equipo al modificar sustancialmente la etapa tradicional de la preparación de la caña y la eliminación de las unidades de la extracción de jugos; reduce los requerimientos energéticos para los procesos tradicionales de extraer el jugo de la caña. Una ventaja adicional del proceso consiste en que los trocitos de caña pueden ser deshidratados y almacenados; y esto hará posible la producción de alcohol durante todo el año; permitirá el cultivo de la caña para

la producción de alcohol por pequeños agricultores, y hará posible el transporte a mayores distancias de la caña deshidratada. Este proceso también es aplicable al tallo del sorgo dulce.

- La segunda planta de alcohol que contempla el ICAITI tendría la característica de emplear materias primas que no producen residuos fibrosos como la caña, estos incluyen principalmente fuentes de carbohidratos como la yuca, el sorgo, etc. Para esta planta, la fuente de energía para la destilación, provendría de la energía solar.
- La tercera planta sería una que partiera de la biomasa a través de procesos de hidrólisis para la obtención de azúcares fermentables.

Esta última no es una actividad nueva. Fue empleada durante la segunda guerra mundial, especialmente en Alemania, y actualmente se están desarrollando en el mundo, investigaciones tendientes a mejorar los rendimientos y la economía del proceso.

#### Posibilidades de la sustitución del gas licuado de petróleo y el keroseno

El uso del biogás como sustituto del gas licuado, keroseno y de la leña, tanto a nivel doméstico como a nivel industrial rural, es uno de los objetivos que se busca mediante el programa de biogás del ICAITI, que contempla la construcción,

operación y difusión de digestores domésticos e industriales en el área rural centroamericana.

Una estimación de la producción potencial centroamericana de biogás, la sitúa en 385 000 tep, proveniente de 6 millones de TM de estiércol bovino y porcino, recuperables de los animales en establos. Este volumen sólo representa como el 25 por ciento de la producción total de estiércol y el biogás llegará a ser como el 50 por ciento de las importaciones previstas de gas licuado en el año de 1990.

A continuación, se ofrece una relación de los prototipos de biogás que el ICAITI tiene en operación en la región, los que están actualmente en construcción y los programados para el futuro próximo.

• • • •

ICAITI

PROTOTIPOS DIGESTORES BIOGAS

Ubicación	Volumen	Sustrato	Número	Operación	Colaboración con
Ochomoga, Cartago Costa Rica	8 m <sup>3</sup>	Estiércol bovino	1	Desde 1979	Universidad de Costa Rica
Guápiles, Limón Costa Rica	8 m <sup>3</sup>	Estiércol porcino	1	Desde 1980	Universidad de Costa Rica Ministerio de Agricultura y Ganadería
Quetzaltenango, Guatemala	12 m <sup>3</sup>	Compost de paja y estiércol bovino	1	Desde 1980	Cooperativa ICADA - CHOQUI
Managua (ITESNIC) Nicaragua	23 m <sup>3</sup>	Estiércol bovino	1	Iniciándose en 1981	Instituto Nicaragüense de Energía
Nueva Concepción Guatemala	20 m <sup>3</sup>	Estiércol bovino y desechos agrícolas	1	Iniciándose en 1981	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola
Bárcenas, Guatemala	80 m <sup>3</sup>	Estiércol bovino, por- cino y desechos agrícolas	1	En construc- ción	Instituto Técnico Agrícola
Costa Rica, Honduras, El Salvador, Nicaragua y Guatemala	20 m <sup>3</sup>	Varios	10 2 por país	Planificados	Contrapartes nacionales: Universidad de Costa Rica, Centro de Desarrollo Industrial de Honduras, Comité de Reconstrucción de Guatemala, Enti- dades contrapartes de El Salvador y Nicaragua
Costa Rica, Honduras y Guatemala	80 m <sup>3</sup>	Varios	3 1 por país	Planificados	

Al enfrentar las diferentes opciones tecnológicas que existen para llevar a cabo el proceso anaeróbico, el usuario potencial se encuentra ante dos tipos de materia prima:

- **Materiales convencionales:** básicamente aguas negras, estiércoles y basuras
- **Materiales no convencionales:** residuos de la industria forestal y de cosechas anuales, desechos de industrias de alimentos, bagazos, etc.

La tecnología a aplicar puede a su vez considerarse a varios niveles:

- **Aplicaciones que manejan un gran volumen de sustrato:** aguas negras de ciudad, basuras urbanas, grandes empresas agropecuarias, industrias grandes
- **Aplicaciones que manejan un volumen mediano en áreas cercanas a la producción del sustrato:** fincas de pequeño tamaño, industrias artesanales, pequeñas comunidades
- **Aplicaciones para volumen muy pequeño (una familia, unos pocos cerdos o aves, etc.)**

El etanol, por lo tanto, permitiría a los países, en el corto plazo, sustituir un importante porcentaje de los combustibles provenientes del exterior, y con inversiones relativamente reducidas, comparadas con los que se requerirían para el metanol.

Es conocido que los motores convencionales de vehículos automotores toleran hasta un 20 por ciento de alcohol en la gasolina. En términos absolutos y para 1990, esta sustitución directa significaría unos 60 millones de galones de gasolina.

En la práctica, sin embargo, el volumen importado que se sustituiría, sería aún mayor al aprovechar la propiedad del alcohol de elevar el grado de octanaje de la mezcla. Esto implicaría que las refinerías podrían producir de un barril de crudo, más gasolina menos refinada para combinarla con alcohol. El aumento en el rendimiento de gasolina en las refinerías se estima entre un 3 a 4 por ciento. Por otra parte, el alcohol mejora considerablemente la eficiencia de la combustión de la gasolina con el resultado de un mayor rendimiento de los vehículos.

Lo anterior ha sido comprobado por el ICAITI en una prueba reciente, en la que se mezcló 15 por ciento de alcohol anhidro con 85 por ciento de gasolina de 86 octanos (gasolina regular) logrando una mezcla de 96 octanos (gasolina super). Un total de 45 vehículos de diferentes tipos, modelos y marcas, participaron en la prueba, reportando un mayor kilometraje que fluctuaba entre un 4 por ciento a más de un 15 por ciento, como cifras extremas, la mayor frecuencia entre 6 y 10

Es al nivel medio donde la tecnología del biogás parece más promisoría para la América Central. Cientos de usuarios con pequeñas fincas desde unos 10 bovinos o unos 25 porcinos, por ejemplo, podrían rentablemente operar unidades que requieran tecnología simplificada e inversión no muy alta.

Los ensayos a nivel muy pequeño no han resultado ser económicamente viables en casi ningún caso, en ninguna parte del mundo, salvo como soluciones heroicas para problemas severos de salud. Su inclusión en cualquier programa de desarrollo debe ser cuidadosamente ponderada.

El Instituto ha concentrado su esfuerzo en los materiales convencionales, principalmente de estiércoles. El ICAITI está en condiciones de dar apoyo técnico a las entidades nacionales, para unidades a base de estos materiales.

Los materiales no convencionales ofrecen el reto más interesante: muchos desechos y subproductos de diversas actividades agroindustriales, frecuentes en el Istmo, parecen presentar un adecuado potencial como fuente de gas biológico combustible. Sin embargo, varios problemas retrasan la aplicación de esta tecnología.

En gran volumen se encuentran materiales fibrosos de lenta degradación (bagazo, residuos madereros, hierbas), desechos sólidos ricos en carbohidratos (pulpa de café) y algunos desechos líquidos (aguas industriales del procesamiento

de aceites y grasas, vinazas de destilería (alcohol carburante). Algunos de estos materiales tienen ya una aplicación como combustible directo (tal es el caso del bagazo de caña y el cascabillo o pergamino del café). Una aplicación de estos materiales como sustrato para metanogénesis estaría sujeta a la comparación de esta ruta con la combustión. Presentan, por otro lado, el problema de lenta degradación que, unido a su dificultad de movimiento en flujo, sugiere el uso de reactores por tandas "batch" para su descomposición anaeróbica. Un potencial mayor ofrecen los desechos líquidos o en forma de lodos, como jugos de pulpa y aguas de lavado de café, vinazas, desechos del procesamiento de la palma africana, etc. Estos materiales, sin embargo, requieren investigación para obtener digestores adecuados para ser procesados eficientemente. Es ésta un área de gran interés para el ICAITI. Hay que dejar claro que es necesario aumentar por lo menos cinco veces la productividad de los digestores usuales diseñados para tratar estiércol para que pueda emplearse rentablemente el proceso anaeróbico de tratamiento de efluentes.

Menos claras aparecen las aplicaciones de la tecnología del biogás a materiales no convencionales en pequeña cantidad. Podría hablarse acá de fermentadores por tandas, siempre y cuando el usuario estuviera dispuesto a contribuir con la mano de obra para la operación, componente que puede llegar a ser apreciable. La viabilidad económica no suele estar demostrada en estos casos y se hace necesario invocar criterios de ventajas sanitarias para su utilización. Se debe considerar de nuevo, la necesidad de investigación en cuanto a diseños, condiciones de flujo, pH, pretratamientos, materiales de construcción de las unidades, para poder considerar a estos pequeños (o medianos) digestores como una aventura viable.

### Posibilidades de la sustitución del diesel y el aceite combustible

El carbón vegetal es otra alternativa, bastante viable, de que dispone los países del Istmo centroamericano para aprovechar los importantes recursos biomásicos en sustitución de importaciones de combustibles derivados del petróleo.

En efecto, la transformación de la biomasa en carbón permite obtener un producto de menor volumen, mayor valor calorífico y mayor precio unitario, por lo que es más fácil y más económico de transportar. En esta forma se podría trasladar la biomasa de las regiones donde abunda a las áreas donde los combustibles están en gran demanda.

El carbón vegetal se emplearía —micropulverizado— o sea como un polvo muy fino que sería soplado por medio de un ventilador con aire para la combustión dentro de un horno; como un lodo o como una suspensión estabilizada de polvo muy fino de carbón y en un combustible líquido, siendo la suspensión manejada y utilizada como combustible líquido, conteniendo hasta un 50 por ciento de carbón en peso.

Existe una amplia tecnología asequible de estas modalidades, pero se refieren al carbón mineral. Se considera que es posible aplicar esta tecnología sin mayor dificultad al carbón vegetal, así también se considera que podría ser factible que un gran número de hornos y calderas existentes en el área, podrían emplear carbón vegetal pulverizado, en lodo o en suspensión sin ninguna o con ligeras modificaciones.

Actualmente, en los Estados Unidos se está experimentando con una suspensión estabilizada de carbón vegetal micropulverizado en agua, en sustitución del aceite. Han logrado resultados con hasta un 70 por ciento de carbón en peso.

Esto constituye otro de los proyectos que el ICAITI considera sería interesante investigar; el uso de carbón vegetal finamente molido en suspensión, en líquidos inflamables que no provengan de la destilación fraccionada del petróleo.

Estas suspensiones podrían utilizarse como hoy se emplea el combustible líquido, en hornos y calderas, en sustitución del diesel y el aceite combustible sin tener que hacer grandes modificaciones en los equipos de los quemadores.

En este diagrama se ve que la demanda prevista de estos combustibles en 1990 para el consumo en la industria y la termoelectricidad ascendería a 2 millones de tep de aceite combustible y 0.9 millones de tep de diesel, equivalentes a un total de 18.7 millones de barriles.

Como se señalara anteriormente, el diesel destinado al transporte, se prevé que tomará un auge mucho mayor hacia el año 1990 alcanzando, de acuerdo a estas estimaciones, las 2.4 millones de tep y no sería posible de sustituir por cuanto no se tiene conocimiento de investigaciones para este fin.

La ejecución o puesta en marcha de lo anterior, implicaría la necesidad de una producción masiva de carbón vegetal, por lo que en forma simultánea, habría

necesidad de desarrollar la adaptación de tecnologías apropiadas al área para la producción eficiente de carbón vegetal. En este sentido se debería poner énfasis en la producción del carbón a través de la conversión pirolítica de la biomasa, que es una de las formas más eficientes de hacerlo, ya que, mediante este proceso, se produce carbón, gas y aceite combustible, logrando una conversión del 85 por ciento del contenido energético original del material. Valdría investigar también si se podría emplear el aceite combustible de la pirólisis para la suspensión del carbón micropulverizado.

### Granjas energéticas

Otra actividad que el ICAITI contempla desarrollar en el campo de la energía, consiste en el establecimiento de granjas energéticas.

Como granja energética se entiende un área en el que se emplearía una combinación de diferentes fuentes no convencionales de energía, renovables y asequibles con miras a atender los requerimientos energéticos de una comunidad rural.

El objetivo consistiría en determinar la factibilidad técnico-económica de aplicar estas fuentes no convencionales de energía a los requerimientos del sector rural centroamericano, y a través de ello mejorar las condiciones de vida de este sector de la población.

Se desarrollaría los recursos renovables del área y se instalarían unidades demostrativas de las tecnologías aplicables y más apropiadas para los diferentes requerimientos de energía del área rural con base a los cuales evaluar su factibilidad económica.

Las necesidades de energía que se considerarían serían las básicas de una comunidad rural como por ejemplo, una iluminación durante las primeras horas de la noche; para el abastecimiento de agua potable y/o para riego; para la cocina en el hogar, así como para una que otra actividad productiva que se encuentra normalmente en el área rural centroamericana.

Se contemplaría la instalación de unas tres granjas energéticas rurales, en un igual número de países en los tres climas prevalecientes, como lo serían: cálido-húmedo, cálido-seco y altiplano, por disponer éstas áreas de diferentes recursos y por lo tanto, requerir soluciones propias.

Las granjas emplearían una combinación de diferentes fuentes de energía renovable, entre las que se considerarían la solar, la eólica, el biogás y la biomasa. El sistema sería integrado demostrando el uso del viento, del biogás, de la biomasa y el sol como fuentes de energía y la forma como se podrían complementar el uno a la falta del otro.

Entre los recursos que se considerarían como posibles fuentes de energía, se incluyen los desperdicios agrícolas y forestales, energía solar, energía eólica y minihidroeléctricas, así como ciertos cultivos de combustible, en las regiones donde es posible y necesario.

### Comentarios finales

Cabe hacer resaltar que casi ninguno de los varios proyectos mencionados, requieren de investigaciones a largo plazo tendientes a desarrollar tecnologías; se refieren mas bien a investigaciones para adaptar tecnologías a nuestro medio y a través de unidades demostrativas, promoverlas y divulgarlas a lo largo de los países miembros del Instituto.

Finalmente, sólo quisiera hacer el siguiente comentario: creo que se puede afirmar que la producción comercial de alcohol carburante a base de cultivos de alto rendimiento; la producción masiva de carbón vegetal de la abundante biomasa, y la generación diversificada de biogás, todo en el área rural, es favorable para la economía y desarrollo de los países del Istmo.

Además de aligerar la dependencia de los países del petróleo importado, estas actividades requieren de mucha más mano de obra que la producción y refinamiento de petróleo, y al estar dispersas en todas las regiones del área rural, generarán empleos industriales además de los agrícolas, beneficiando

a un considerable número de trabajadores rurales actualmente desempleados, en algunos casos en tierras que no se cultivan. Con ello se reduciría la emigración hacia los centros urbanos, al mejorar los ingresos de la población rural y a la vez propiciando un desarrollo más equilibrado de los países.