

CATALOGADO

Distr.  
RESTRINGIDA

LC/MEX/R.110 (SEM.23/2)  
17 de junio de 1988

ORIGINAL: ESPAÑOL

---

C E P A L

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

Reunión sobre el Aprovechamiento de las Fuentes  
de Energía Nuevas y Renovables en Centroamérica  
y Panamá

México, D. F., 25 a 27 de julio de 1988

## **BIBLIOTECA NACIONES UNIDAS MEXICO**

CENTROAMERICA: DIAGNOSTICO Y PERSPECTIVAS DE LAS FUENTES  
DE ENERGIA NUEVAS Y RENOVABLES

	<u>Página</u>
4. El mercado de la leña	18
a) Procedencia y transporte	18
b) Precios y volúmenes de venta	19
5. Aspectos institucionales y legales	20
IV. Desechos agropecuarios	22
1. Valorización energética de los desechos agrícolas por medio de combustión	22
2. Valorización energética de desechos agropecuarios por medio de metanización	23
V. Aprovechamiento de la energía solar	24
1. Conversión térmica	24
2. Conversión fotovoltaica	24
VI. Aprovechamiento de la energía eólica	26
Cuadros	27

## PRESENTACION

Este trabajo fue realizado en el marco de la asesoría que brinda la Subsección de la CEPAL en México a los países del Istmo Centroamericano en el campo de las fuentes de energía nuevas y renovables, con el apoyo del Gobierno de Francia. Se sustenta en los documentos sobre el tema publicados hasta la fecha <sup>1/</sup> y mediante entrevistas realizadas a funcionarios responsables de las diversas instituciones nacionales, regionales e internacionales que intervienen directa o indirectamente en la problemática de las fuentes de energía nuevas y renovables en Centroamérica.

El primer capítulo presenta las conclusiones y las recomendaciones del trabajo. En el segundo capítulo se resume a grandes rasgos la problemática energética centroamericana actual, haciendo énfasis en la relación entre el desarrollo socioeconómico de la región y su desarrollo energético. La problemática de la leña, incluyendo los aspectos de recurso, de consumo, de balance entre demanda y oferta, de mercado y de problemas de carácter institucional y legal, se aborda en el tercer capítulo. Finalmente, el potencial y las posibilidades de aprovechamiento de los desechos agropecuarios, de las energías solar y eólica se incluyen en los capítulos cuarto, quinto y sexto, respectivamente.

---

1/ Véase, CEPAL, Istmo Centroamericano: Diagnóstico y perspectivas de la leña (LC/MEX/R.36), 14 de mayo de 1986; Costa Rica: Diagnóstico de la biomasa (LC/MEX/R.54), 3 de abril de 1987; Costa Rica: Lineamientos generales, estudios y perfiles de proyectos propuestos en el sector de las FENR (LC/MEX/R.64), 27 de mayo de 1987; El Salvador: Diagnóstico de las fuentes de energía nuevas y renovables y del uso racional de la energía (LC/MEX/R.65), 10 de junio de 1987; El Salvador: Propuestas para el desarrollo de las fuentes de energía nuevas y renovables (LC/MEX/R.71), 17 de julio de 1987; Guatemala: Fuentes de energía nuevas y renovables. Diagnóstico y perfiles de proyecto (LC/MEX/R.48), 24 de octubre de 1986; Honduras: Diagnóstico de las fuentes de energía nuevas y renovables y del uso racional de la energía (LC/MEX/R.96), 21 enero de 1988; Honduras: Propuestas para el desarrollo de las fuentes de energía nuevas y renovables (LC/MEX/R.99), 9 de febrero de 1988; Nicaragua: Diagnóstico de las fuentes de energía nuevas y renovables y del uso racional de la energía (LC/MEX/R.81), 9 de septiembre de 1987, y Nicaragua: Propuestas para el desarrollo de las fuentes de energía nuevas y renovables (LC/MEX/R.82), 3 de noviembre de 1987.

## I. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 1. Conclusiones

Las conclusiones principales del presente trabajo pueden resumirse como sigue:

a) Algunos de los rasgos sobresalientes del estilo de desarrollo de las economías de Centroamérica han incidido notoriamente en la determinación de algunas de las características principales de la estructura y del comportamiento del sistema energético en esos países. El sostenido crecimiento económico a lo largo de casi tres décadas y el posterior deterioro influyeron en el comportamiento de la demanda, fundamentalmente de energías modernas como el petróleo y la electricidad. A partir de 1978, ésta se contrajo —o al menos disminuyó su ritmo de incremento como ocurrió en el caso de la última— luego de un largo período de fuerte expansión. Asimismo, la marcada desigualdad en la distribución del ingreso, con amplios estratos de población cuyos ingresos medios son insuficientes para cubrir sus necesidades básicas, genera una dualidad en el balance energético de la región entre las energías modernas (derivados del petróleo y electricidad), que representan conjuntamente menos del 30% del consumo energético, y las energías tradicionales (leña, carbón vegetal y bagazo de caña), que significan en total más del 70% del consumo energético centroamericano y son utilizadas por la mayoría de la población.

b) La suma de las ofertas de leña tradicionalmente aprovechada y racionalmente aprovechable está compuesta en más del 90% por los productos de la deforestación y las podas de árboles de sombra de cafetales. La oferta potencial proveniente de los bosques naturales supera casi tres veces a estas ofertas fácilmente aprovechables, pero requeriría de un aprovechamiento sistemático y racional de estos bosques, difícil de llevar a cabo actualmente en Centroamérica.

c) En 1986, el 70% de la población centroamericana (90% y 44% de las poblaciones rural y urbana, respectivamente) consumía leña. Su consumo diario variaba entre 2.2 kg/hab en las urbes y 2.9 kg/hab en el campo. El consumo industrial de leña ascendió al 8% del consumo total de este combustible.

d) Se estima que desde 1981 la demanda de leña excede en promedio la oferta tradicionalmente aprovechada. En 1986, esta demanda superó en 30% a

esa oferta, particularmente en El Salvador, Guatemala y Nicaragua. En el primero de estos países ya existe un déficit neto de leña; de persistir las actuales tendencias, se llegaría a la deforestación irreversible, ya que la regeneración natural de los bosques no alcanzaría a cubrir la demanda de leña, aun cuando éstos se destinaran totalmente a ello. A principios del siglo próximo, la demanda regional superará a la oferta aprovechable, si bien no parece probable que ocurra una crisis generalizada de leña en el caso de Costa Rica. 2/

e) A nivel de regiones, las del Pacífico presentan un desbalance aún más marcado, como se puede observar en El Salvador, las zonas occidentales de Guatemala y Nicaragua, y la Península de Guanacaste en Costa Rica. En las zonas centrales se advierte desde un cierto grado de escasez (Guatemala) hasta situaciones aun satisfactorias (Honduras, Nicaragua y Costa Rica). Los bosques de las regiones del Atlántico, gracias a sus importantes reservas (Petén en Guatemala, Celaya y Río San Juan en Nicaragua, por ejemplo), no presentan perspectivas adversas a mediano plazo.

f) Si bien es cierto que en las zonas más afectadas la escasez es ampliamente sentida, existen regiones importantes en donde las reservas de leña se están agotando sin que las poblaciones ni el gobierno consideren que se trata de un problema grave.

g) En Costa Rica, El Salvador y Guatemala, la leña tiene un precio parecido al de los combustibles modernos susceptibles de sustituirla (queroseno y gas licuado) en la cocción de alimentos en hogares urbanos y rurales, mientras que en Honduras y Nicaragua su precio es más alto que estos combustibles.

h) En 1986, las ventas totales de leña en Centroamérica ascendieron a casi 150 millones de dólares, lo que representó el 50% de las ventas globales de electricidad en los cuatro países más grandes consumidores de leña (con excepción de Costa Rica); 43% de la población centroamericana consumidora de leña (86% y 34% en las ciudades y en el campo, respectivamente) tenía que comprar este combustible, convirtiéndolo en energía de carácter netamente comercial.

i) En la mayoría de los países, las distintas instituciones nacionales e internacionales, encargadas directa e indirectamente de la problemática de

---

2/ CEPAL, Istmo Centroamericano: Diagnóstico y, ..., op.cit.

la leña, no ejercen una acción coordinada que se enmarque en un análisis multidisciplinario (forestal, agrícola, comercial, sociológico, etc.) y fomento y lleve a cabo proyectos para corregir las tendencias negativas observadas.

j) Entre los desechos agrícolas combustibles, el bagazo (57%), la cascarilla y el rastrojo de algodón (24%) y los desechos del maíz (13%), representan conjuntamente el 24% del potencial identificado. De éste, el 60% se aprovecha actualmente, el 20% es fácilmente aprovechable (incluyendo los ahorros posibles en ingenios azucareros y beneficios de café) y el 30%, difícilmente.

k) El potencial energético de los desechos agropecuarios metanizables proviene esencialmente del estiércol de bovino (75%) y, en menor medida, del porcino, de los desechos agrícolas, y de la pulpa y mucílago del café. De ese potencial, sólo el 20% parece económicamente aprovechable.

l) Centroamérica goza de un potencial solar alto, con una radiación bastante uniforme durante el año, particularmente en las zonas pobladas del Pacífico y del Centro. Existe una demanda energética importante para satisfacer las necesidades básicas (salud, bombeo de agua, telecomunicaciones, iluminación) de las poblaciones aisladas de la red eléctrica, que en el marco de programas sociales y de desarrollo rural integrado, podrían ser atendidas por sistemas solares fotovoltaicos.

## 2. Recomendaciones

Tomando en cuenta que la sustitución de combustibles tradicionales por energías modernas quedará forzosamente limitada por factores locales y externos --el costo de estos últimos energéticos sólo se encuentra al alcance de los estratos más favorecidos, esencialmente urbanos, y los países de la región no productores de petróleo no están en posibilidad de soportar el peso de las inversiones energéticas necesarias para un uso masivo de combustibles modernos en el campo--, se recomienda:

a) Luchar contra la deforestación, protegiendo o restaurando el equilibrio ecológico en las zonas más afectadas de los cuatro países del norte de Centroamérica, en particular en los alrededores de los centros urbanos y de la pequeña industria consumidora de leña, por ejemplo mediante la concesión de incentivos para plantaciones y/o integrando el árbol en los sistemas de cultivo.

b) Fomentar una acción coordinada de los organismos forestales y energéticos a fin de optimizar y organizar la producción y distribución de la leña, de manera que resulte más económica y accesible. Se podría lograr esa meta mediante la creación de estructuras organizativas nacionales que analicen, evalúen y planifiquen el conjunto de las actividades necesarias para la ejecución de programas integrales de leña, promuevan la revisión y la actualización de las políticas forestales y de mercadeo vigentes, y destinen el conjunto de las ayudas internacionales en función de sus propios objetivos.

c) Mejorar el nivel de vida de los estratos menos favorecidos de las poblaciones urbanas consumidoras de leña, promoviendo el ahorro y la sustitución de este combustible por queroseno.

d) Estudiar detalladamente el mercado centroamericano de la leña a fin de organizarlo mejor (transporte y distribución), asegurar remuneraciones equitativas para los leñadores y los transportistas, así como un precio accesible a los usuarios de leña, y sustituir las medidas tradicionales por medidas de peso normalizadas (kilogramo, tonelada, etc.).

e) Conocer mejor, cuantitativa y cualitativamente, el consumo de leña en las industrias más consumidoras (beneficios de café, caleras, panaderías, ladrilleras y tejas) a fin de identificar oportunidades de ahorro y/o de sustitución de este combustible.

f) Evaluar las posibilidades de cogeneración de electricidad en los ingenios azucareros, a partir de un uso más racional del bagazo.

g) Participar en el mejoramiento gradual de la calidad de vida de la población rural centroamericana, superando sus principales carencias sociales en materia de educación, salud, telecomunicaciones y agua potable, mediante la integración de un componente energético adecuado en los programas de desarrollo social.

h) Impulsar la cooperación centroamericana para que se enfrente de manera conjunta la problemática de las fuentes de energía nuevas y renovables y, en particular, de la leña.

## II. LA PROBLEMÁTICA ENERGÉTICA EN CENTROAMÉRICA <sup>3/</sup>

### 1. El desarrollo socioeconómico de la región y su relación con la energía

La evolución económica de los países de la subregión ha influido marcadamente en la determinación de los rasgos sobresalientes de la situación energética de Centroamérica. A su vez, el sector energía ha incidido en forma apreciable en el comportamiento de algunas de las variables económicas más importantes.

Durante casi tres decenios, desde 1950 hasta finales de los años setenta, la actividad económica experimentó un dinamismo sostenido. Así, el ingreso real por habitante casi se duplicó entre 1950 y 1978, aun en lapsos durante los cuales la región debió afrontar algunas condiciones adversas. La actividad productiva se transformó apreciablemente: aumentó el grado de industrialización, impulsado por la expansión del mercado regional a que dio lugar el proceso de integración económica, y se diversificaron la producción y los mercados de la agricultura de exportación.

Si bien se mantuvo el dinamismo de la actividad económica durante la mayor parte del decenio pasado, se fueron debilitando algunos factores que habían estimulado el desenvolvimiento económico, al surgir obstáculos que frenaron su ritmo. El desarrollo industrial de la región se vio afectado por el paulatino estancamiento del comercio intrarregional; se presentaron fenómenos climáticos y sísmicos de fuertes repercusiones para algunos países del área, y debieron afrontarse importantes incrementos en el precio del petróleo en 1973-1974 y 1979-1980, que tuvieron un efecto negativo sobre el sector externo debido al carácter netamente importador de petróleo de las economías de la región. Asimismo, se fue manifestando una creciente inestabilidad financiera, expresada en el aumento del déficit en cuenta corriente del balance de pagos, el desequilibrio fiscal --debido básicamente a la expansión del gasto público-- y tasas de inflación superiores a las históricas.

Durante el bienio 1977-1978 se revirtió la tendencia ascendente del producto interno bruto, y el ingreso por habitante comenzó a contraerse de manera sostenida. Todavía en 1986 este último se hallaba, en promedio, a

---

<sup>3/</sup> Este tema se desarrolla con mayor amplitud en el documento CEPAL, La problemática energética en el Istmo Centroamericano. Evolución y perspectivas (LC/MEX/L.61), 27 de octubre de 1987.



niveles inferiores a los de 15 años atrás, a pesar de alguna leve mejoría observada en algunos países. Así, se presentó la crisis más profunda y de mayor dimensión que ha experimentado la sociedad centroamericana en los últimos 30 años, con una importante contracción de la actividad productiva; el deterioro ya señalado del ingreso por habitante; elevadas tasas de desocupación de la mano de obra y de subutilización de la capacidad instalada; acusados desequilibrios financieros en el sector público y en el balance de pagos; un desplome de los niveles de ahorro e inversión; una abultada deuda externa, y una considerable escasez de divisas.

En este contexto, a partir de 1978-1979, el consumo energético por habitante declinó de manera sostenida (15% en cinco años) en la mayoría de los países de la región y, sólo recientemente, se ha estabilizado en algunos de ellos.

El sector energético fue absorbiendo cada vez mayor cantidad de divisas para cubrir el servicio de su deuda externa, así como para importar petróleo, maquinaria y equipo; esto último fundamentalmente para el subsector eléctrico. Las adquisiciones de petróleo llegaron a absorber hasta casi una quinta parte de los ingresos de divisas generados por las exportaciones en momentos en que el precio del energético se elevó al máximo (1981); esta participación se redujo posteriormente, pero manteniéndose todavía en niveles altos, aun al bajar los precios del petróleo, debido al estancamiento o contracción de las exportaciones que se produjeron en varios países de la región.

Otro de los rasgos del estilo de desarrollo que han incidido sobre el sector energético es su carácter excluyente. Así, luego de un período sostenido de crecimiento por varias décadas, no se logró mejorar en forma significativa la distribución del ingreso y, por ende, las condiciones de vida de una proporción mayoritaria de los habitantes de la región. Como consecuencia, en 1980, más del 60% al 70% de la población total y rural, respectivamente, vivía en condiciones de pobreza (sin capacidad para cubrir sus necesidades básicas).

Este desequilibrio social se refleja en el balance energético en términos de la dualidad existente en el consumo de las energías modernas (petróleo, electricidad) y de las tradicionales (sobre todo leña y, en menor medida, desechos agrícolas). Las primeras son utilizadas principalmente por los estratos de población por encima del umbral de la pobreza, mientras que

las segundas constituyen casi las únicas fuentes energéticas de la población que se encuentra por debajo de aquél. Este segmento mayoritario de la población que utiliza la leña corresponde, aproximadamente y en términos cuantitativos, a la población en estado de pobreza.

## 2. Evolución y situación actual del sector energía

El consumo energético anual centroamericano ascendía a 90,000 Tcal en 1985-1986, y se cubría, en su mayor parte (85%), con leña (más del 60%) y derivados del petróleo (25%) (véase el cuadro 16). <sup>4/</sup> A nivel de energía útil, se estima que 45% de la demanda final se satisfacía con hidrocarburos, 20% con electricidad, 25% con leña, y el resto con otras fuentes. En cualquier caso es apreciable la dualidad señalada entre las energías modernas y las tradicionales. El sector residencial requería 60% de la energía consumida en la región, mientras que el transporte 18%, y la industria y el agro 20%. La demanda interna total de productos petroleros (incluyendo los consumos para generación termoeléctrica) revirtió desde 1978 la tendencia fuertemente creciente observada durante la mayor parte de los años setenta, debido principalmente a los efectos de la contracción de la actividad económica en un contexto de altos precios del petróleo y, en menor medida, por la reducción de los requerimientos para generación térmica.

El consumo de energía eléctrica mostró un marcado dinamismo en las dos últimas décadas pero, a finales de los años setenta, disminuyó su tasa de crecimiento por los problemas económicos presentes. La electrificación se expandió a medida que se extendían las redes y mejoraban las condiciones de vida de los estratos medios de la población, aumentando así la demanda de los sectores productivos. Pese al incremento señalado, la región muestra todavía bajos índices de población servida. Costa Rica es la excepción en coherencia con su grado de desarrollo económico y estructura social. El índice de electrificación global de Centroamérica se elevó del 25% en 1973, al 40% en que se encontraba en 1986. Analizando comparativamente estas cifras con la incidencia de la pobreza, puede decirse que en la mayoría de los países del área se está llegando al límite alcanzable de electrificación, con respecto a las condiciones socioeconómicas vigentes, de modo que el ritmo

---

<sup>4/</sup> Los cuadros que se citan a lo largo de este trabajo se encuentran al final del documento.

de incorporación de nuevos usuarios (en general de bajos consumos) sólo continuaría en el futuro si se produjeran cambios apreciables en los niveles de ingreso de los estratos de menores recursos.

El consumo de leña, que se analiza en el presente documento, se caracteriza por su gran volumen y muy baja eficiencia de uso doméstico, la cual llega en promedio a menos del 10%. No obstante, las principales causas de deforestación son la expansión de la frontera agrícola y la explotación irracional de los bosques, mientras que en general el consumo de leña, principalmente doméstico, no es un depredador importante.

En la composición de la oferta de energía tienen preponderancia el petróleo y la leña, en términos de energía bruta, si bien se observa un fuerte incremento en la participación de la hidroenergía y de la geoenergía en virtud del intenso desarrollo de estos recursos a partir del decenio pasado. Por consiguiente, el grado de autoabastecimiento energético por energías modernas se duplicó en los últimos 15 años, llegando al 30%.

Centroamérica cuenta con una gama relativamente reducida de recursos energéticos naturales, que no permite cubrir adecuadamente las necesidades del consumo interno, sobre todo en el caso de las fuentes de energía modernas. La información y las estimaciones disponibles hasta el momento muestran que la región posee un potencial importante de recursos renovables, principalmente hidroeléctricos, y de biomasa de origen forestal (leña). No cuenta con recursos fósiles no renovables, con excepción de algunas pequeñas reservas de petróleo en Guatemala y de carbón mineral en Costa Rica.

En los problemas económicos y financieros del sector (más allá de su incidencia macroeconómica ya mencionada), los aspectos más relevantes son las dificultades para financiar los grandes volúmenes de inversión requeridos, la escasez de divisas para cubrir los gastos de importación de combustibles y equipo, la distorsión financiera provocada por el deterioro, en términos reales, de los precios internos, y el endeudamiento con las fuentes de recursos externos.

En general, no ha habido una política integrada de precios de la energía que mantuviese una adecuada estructura relativa de éstos a un nivel razonable de autofinanciamiento de las inversiones del sector. Los altos precios de los hidrocarburos en relación con las fuertes devaluaciones ocasionaron en algunos países que en los últimos años no se contase con las divisas necesarias para importar dichos productos, por lo que los abastecimientos

llegaron a ser insuficientes. No obstante, a partir de la fuerte caída de los precios internacionales del petróleo en 1986, y al haberse mantenido los precios internos, en varios países se produjeron excedentes que permitieron aliviar en parte su difícil situación.

Finalmente, la organización y la capacidad institucionales, aún inadecuadas en muchos casos, constituyen aspectos importantes de la problemática energética regional. Aun cuando se han realizado avances significativos en los últimos diez años, todavía se aprecia un atraso que dificulta la puesta en práctica de una política energética integral y coherente que brinde el marco de referencia adecuado para el desenvolvimiento de los actores públicos y privados vinculados con la demanda y la oferta de energía. En general, los países de la región han optado por esquemas organizativos —excepto Honduras, que todavía no cuenta con una estructura definida— que giran alrededor de dos variantes fundamentales: se responsabiliza de la política energética a un ministerio del ramo (Guatemala y Costa Rica), o se asigna esta tarea a la empresa eléctrica nacional (El Salvador y Nicaragua).

III. LA LEÑA <sup>5/</sup>1. La oferta

Para evaluar la oferta de leña en Centroamérica se consideraron separadamente la oferta potencial por regeneración natural de bosques y la proveniente de la deforestación de los mismos, de las plantaciones, los cafetales y las cercas vivas.

a) Regeneración natural de los bosques

Se evaluaron las superficies de todos los bosques naturales existentes en 1986 (latifoliados, coníferas, arbustivos y salados) sobre la base de datos internacionales (FAO, Comunidad Europea) y nacionales. En términos globales existían todavía 18.7 millones de hectáreas de bosques naturales explotables en 1986 (excluyendo un millón de hectáreas de bosques latifoliados considerados como reservas biológicas en Nicaragua), a menudo parcialmente aprovechados. Tales bosques se componían aproximadamente de 55% de latifoliados, 18% de coníferas, 25% de arbustivos y menos del 2% de bosques salados. En cuanto a su distribución entre países, tres de ellos (Guatemala, Honduras y Nicaragua) contaban con más del 90% de este recurso (véase el cuadro 1). Cabe también mencionar que dos tercios de esta oferta se localizan en regiones del Atlántico, casi la tercera parte en las regiones del centro, y que estos recursos naturales están en vías de desaparición en las regiones densamente pobladas del Pacífico (en El Salvador y en el occidente de Nicaragua y Guatemala, por ejemplo).

La productividad de leña de estos bosques se calculó sobre la base de las cifras disponibles en los países, según criterios de aprovechamiento racional --tomando en cuenta sus tasas de regeneración natural-- y considerando únicamente las ramas de cierto diámetro como fuente potencial de leña. En estas condiciones, la oferta potencial de todos estos bosques suma 52.9 millones de toneladas (o sea 164,000 Tcal), de las cuales el 81% correspondía a bosques latifoliados, 12% a coníferas, 7% a arbustivos y menos

---

<sup>5/</sup> Cabe señalar que a fin de uniformar los datos contenidos en el presente trabajo, se consideró para toda Centroamérica el mismo poder calorífico de la leña, ya sea para su uso residencial, comercial o industrial, de 3,100 kcal/kg.

del 1% a salados. Esta producción se localiza esencialmente en Guatemala, Honduras y Nicaragua (90% del total).

b) Deforestación

Desde los años cuarenta se advierte un proceso de deforestación en Centroamérica que afectó en los primeros tiempos las regiones del Pacífico y de los valles centrales y, más recientemente, algunas zonas del Atlántico. Ello se debe principalmente al cambio en el uso de la tierra (extensión de la frontera agrícola) y, en menor medida, a las necesidades de leña de la pequeña industria y a los incendios forestales.

Considerando que aproximadamente la mitad de los productos de la deforestación podría ser aprovechada como leña, la oferta por ese concepto ascendía a 13.9 millones de toneladas (43,100 Tcal) en 1986 (véase el cuadro 2).

c) Plantaciones

Las políticas de reforestación llevadas a cabo por los organismos forestales nacionales, con el apoyo de agencias de cooperación internacional, han permitido reforestar más de 60,000 hectáreas en el último lustro. Sin embargo, este importante esfuerzo ha sido insuficiente para compensar la deforestación observada durante el mismo período, que superó en más de 30 veces esta superficie. Además, cabe mencionar que una parte importante de estas plantaciones no ha podido sobrevivir por falta de mantenimiento adecuado. De tal manera que se deforestan sin compensación 375,000 hectáreas de bosques naturales anualmente en la región, lo que representa el 2% de las superficies existentes. La producción potencial de leña del conjunto de las plantaciones existentes en 1986 ascendía a 350,000 toneladas, o sea, 1,080 Tcal (véase de nuevo el cuadro 2).

d) Cafetales

En 1986 Centroamérica contaba con 430,000 hectáreas de cafetales. La casi totalidad de estos plantíos disponían de árboles de sombra (salvo en Costa Rica en donde se han promovido últimamente cultivos sin sombra en un tercio de las superficies cultivadas) y se observaba una tendencia a sustituir los árboles de sombra tradicionales (madrecacao, por ejemplo) por

arbustos leguminosos (tipo inga) que, si bien favorecen la nitrogenación de los suelos, tienen una baja productividad de leña. Tomando en cuenta estos factores, se estimó que la oferta por concepto de poda de árboles de sombra y de regeneración de los plantíos ascendía a 3.1 millones de toneladas, o sea, 9,640 Tcal (véase de nuevo el cuadro 2).

e) Cercas vivas

Se evaluó la producción de leña por concepto de poda de las cercas vivas en 1.2 millones de toneladas (3,720 Tcal), tomando en cuenta el hecho de que varias zonas importantes han abandonado estas técnicas tradicionales de cultivo como ocurre, por ejemplo, en las zonas algodonerías.

f) Oferta total

La oferta total de leña en Centroamérica por concepto de bosques naturales, deforestación, plantaciones, cafetales y cercas vivas ascendió a 72 millones de toneladas en 1986, o sea, 222,000 Tcal (véase el cuadro 3).

A fin de medir mejor los posibles desbalances entre oferta y demanda de leña, se evaluaron las distintas ofertas bajo los tres conceptos siguientes:

i) La oferta de leña tradicionalmente aprovechada que proviene, según las regiones de los países y por orden decreciente de aprovechamiento, de los cafetales, de árboles en matorrales, cercas vivas, manglares y de los desechos de la deforestación;

ii) La oferta aprovechable procedente de leña disponible (cortada), que no se aprovecha por el momento, pero es susceptible de serlo, y que procede esencialmente de los productos de la deforestación, y

iii) La oferta potencial correspondiente a la regeneración natural de los bosques, que podría ser utilizada en el caso de un aprovechamiento racional de los mismos para la producción de madera.

En estas condiciones, la oferta tradicionalmente aprovechada y la racionalmente aprovechable representan el 19% y el 17%, respectivamente, de la oferta total. En cuanto a la oferta potencial, difícilmente aprovechable para la producción de leña, representa casi dos tercios de la oferta total (véase de nuevo el cuadro 3).

## 2. La demanda

Los consumos de leña se evaluaron por separado, según los tres conceptos siguientes: residencial, industrial y para la producción de carbón de leña.

### a) Consumo residencial

i) Aspectos cuantitativos. En algunos países, la cuantificación del consumo residencial de leña requirió de varias estimaciones debido a la ausencia de datos recientes sobre población, porcentaje de ésta que consume leña o consumo diario por habitante. Estos cálculos se hicieron tomando en cuenta todos los datos existentes a la fecha y, en ausencia de ellos, recurriendo a comparaciones con resultados de encuestas realizadas en países vecinos de condiciones demográficas, socioeconómicas y climáticas similares. En tales condiciones se estimó que el 70% de la población centroamericana consumía leña en 1986. De ésta, el 90% de la rural y el 44% de la urbana utilizaban leña, casi exclusivamente para la cocción de sus alimentos. Destaca el caso de Costa Rica, donde sólo el 65%, el 14% y el 37% de sus poblaciones rural, urbana y global, respectivamente, consumía leña en 1986. Considerando únicamente el conjunto de los cuatro países del norte de Centroamérica, la mitad de la población urbana y la casi totalidad de la rural consume leña (véase el cuadro 4).

En cuanto al consumo de leña diario por habitante, se evaluó un promedio de 2.8 kg, 2.2 kg y 2.9 kg para las poblaciones global, urbana y rural, respectivamente. Cabe mencionar que se refleja el grado de escasez de la leña según los países en el consumo diario. Así, mientras que en Costa Rica --donde casi no se observan índices de escasez de leña, salvo en la Península de Guanacaste-- se consume un promedio diario de 3.2 kg por habitante, en El Salvador y Nicaragua --países particularmente afectados por la dificultad creciente de satisfacer sus demandas de leña-- ese promedio diario es inferior a 2.7 kg por habitante, y baja hasta 1.9 kg/hab en el caso de la población urbana nicaragüense.

En estas condiciones, el consumo residencial de leña en Centroamérica se evaluó en 16.1 millones de toneladas, o sea, 50,000 Tcal, de los cuales el 80% corresponde a demanda rural y el 20%, a la urbana. El 84% de este consumo correspondía a las demandas de Guatemala, San Salvador y Honduras (véase de nuevo el cuadro 4).



ii) Aspectos cualitativos. La gran mayoría de los hogares centroamericanos que recurren a la leña para la cocción de sus alimentos utilizan todavía estufas o fogones de eficiencia muy baja (del 6% al 10%). Para contribuir a reducir la demanda residencial de leña, se han puesto en práctica en todos los países de la región programas de difusión de estufas mejoradas (tipo Lorena, Singer, Chula, etc.), principalmente en el medio rural. Si bien en la mayoría de los casos estas estufas, generalmente autoconstruidas, tienen buena aceptación entre los usuarios, su difusión quedó muy restringida al medio rural. Cabe señalar que hasta la fecha se han realizado escasos esfuerzos para sustituir estufas de leña tradicionales por estufas mejoradas en el medio urbano.

En las regiones donde hay escasez de leña (en El Salvador, por ejemplo), un porcentaje importante de los hogares tienen que utilizar la leña mezclada con residuos vegetales (olotes de maíz esencialmente) durante ciertas temporadas del año.

En cuanto a las especies más utilizadas como combustible, el aprovechamiento creciente de variedades poco aptas para quemarlas demuestra las dificultades que existen para satisfacer la demanda en cantidad y calidad adecuadas.

#### b) Consumo industrial

i) Aspectos cuantitativos. El consumo industrial de leña en Centroamérica se estimó en 1.4 millones de toneladas en 1986 (o sea, 4,260 Tcal). Este consumo representó el 8.5% del consumo residencial de leña en ese mismo año. De los diez tipos de industria artesanal consumidora de leña identificados, seis de ellos, las caleras, ladrilleras, tejeras y panaderías, los trapiches y beneficios de café absorbieron en conjunto el 82% de este consumo. Por otra parte, el consumo en las salineras ha descendido en comparación con el de los años setenta debido al uso cada vez más difundido de la energía solar para el secado de la sal, lo que ha permitido ahorrar importantes cantidades de leña.

ii) Aspectos cualitativos. Ciertas industrias artesanales, en particular las caleras, las salineras y las ladrilleras, han recurrido a bosques cercanos para su abastecimiento de leña. Esto ha dado lugar a la desertificación (erosión) de regiones específicas. Este aspecto depredador del consumo industrial puede ser combatido mediante políticas de ahorro y/o

de sustitución de la leña en estas industrias artesanales. Con ese objetivo, el Instituto Centroamericano de Investigación Tecnológica e Industrial (ICAITI), en Guatemala, y el Centro de Desarrollo Industrial (CDI), en Honduras, han desarrollado hornos más eficientes para las panaderías, las caleras y las ladrilleras. La difusión de estos hornos mejorados permitiría ahorrar hasta el 50% de la leña consumida.

c) Consumo de leña para carbón vegetal

i) Aspectos cuantitativos. El consumo de leña para la producción de carbón vegetal en 1986 se estimó en 377,000 toneladas, o sea, 1,170 Tcal. El 60% de este consumo satisfizo necesidades del sector residencial y comercial, y el 40% restante correspondió al consumo industrial, esencialmente en Guatemala. Cabe mencionar que, salvo posibles errores de evaluación debidos a la gran escasez de datos referentes al carbón de leña, Guatemala absorbió el 63% del consumo centroamericano (véase el cuadro 6).

ii) Aspectos cualitativos. La mayor parte de la producción centroamericana de carbón de leña proviene del uso de hornos tradicionales (estilo "parva", hechos de madera con zacate y tierra) de baja eficiencia (del 18% al 23%). En Honduras se han promovido carboneras (metálico portátil y media naranja) cuya eficiencia es 50% superior a la de las carboneras tradicionales. De una manera general conviene señalar la dificultad de obtener datos confiables sobre la producción y consumo de este combustible en la región, ya que su producción y comercialización se realizan de manera informal y sin control alguno.

d) Consumo total de leña

El consumo total de leña en Centroamérica llegó en 1986 a 18 millones de toneladas, o sea, 55,400 Tcal, de los cuales el 92% fue absorbido por el sector residencial y comercial y el 8% restante por la industria. Tres países, El Salvador, Guatemala y Honduras, consumieron más del 82% de ese total (véase el cuadro 7).

3. Balance oferta-demanda de leña

En Centroamérica el consumo de leña superó en 30% a la oferta tradicionalmente aprovechada, mientras que el total de ésta y la aprovechable

superaban todavía a este consumo en 46% (véase el cuadro 8). Tal situación global demuestra que las fuentes tradicionales ya no alcanzan a satisfacer la demanda y que los consumidores tienen que recurrir a nuevas fuentes (desechos de deforestación, por ejemplo), al producto de matorrales alejados de los grandes centros de consumo (ciudades importantes e industria artesanal concentrada) o a otras fuentes como los desechos agrícolas.

A nivel de regiones, las del Pacífico presentan un desbalance aún más marcado, como se puede observar en El Salvador, las zonas al occidente de Guatemala y de Nicaragua, y la Península de Guanacaste en Costa Rica. Así, el consumo total de leña en El Salvador superó casi en 40% a la oferta total racionalmente aprovechable y se aproximó a la oferta máxima. De la misma manera, en Nicaragua, en la región del Pacífico, existe un déficit aparente de 57% en el consumo, ya que el total de la oferta racionalmente aprovechable en esta zona no logra satisfacer la demanda. Lo anterior significa que se están sobreaprovechando los últimos recursos aún existentes y/o recurriendo a importaciones de leña hacia estas regiones. Este hecho se confirma doblemente por la utilización casi generalizada de rajás provenientes de troncos y de ramitas, y por la casi desaparición de madera aserrable. Por lo tanto, la situación de estas regiones se puede calificar como de penuria.

En las zonas centrales de los países se advierte desde una seria escasez (zona oriental de Guatemala) hasta un potencial aún satisfactorio (Honduras, Nicaragua y Costa Rica).

Finalmente, las regiones del Atlántico, gracias a las reservas boscosas importantes con las que aún cuentan, no presentan indicios de presión sobre los bosques a mediano plazo.

#### 4. El mercado de la leña

##### a) Procedencia y transporte

El abastecimiento de leña de las ciudades principales de Centroamérica, y en particular de las capitales, se realizaba en 1986 desde sitios muy alejados: en el caso de la ciudad de Guatemala se registraron distancias superiores a los 200 km. La leña que llega a los centros urbanos procede esencialmente de la explotación de bosques naturales, a menudo degradados, así como de matorrales y, durante la época de poda, de los cafetales. Cabe señalar que los dispositivos reglamentarios vigentes en varios países para

registrar y controlar el transporte de leña a la entrada de las ciudades sólo han permitido registrar un pequeño porcentaje de éste y casi no han tenido efecto sobre el volumen global abastecido.

En cuanto a las zonas rurales, el consumo de leña se satisface esencialmente mediante apropiación directa.

Parece que en varios países, y en particular en Nicaragua, la disponibilidad de transporte constituye el mayor escollo en el mercado. Esto explica parcialmente la fuerte especulación a la cual está sujeto este combustible entre las fuentes de producción y los lugares de consumo.

#### b) Precios y volúmenes de venta

En 1986, la leña se vendía entre 11 y 20 dólares la tonelada, con un costo promedio de 18 dólares para su consumo industrial. En el sector residencial, el precio variaba de 0.9 a 1.9 centavos de dólar/kg en las zonas rurales y de 2 a 4.2 centavos de dólar/kg en las ciudades. Es decir, los precios minoristas promedio eran de 26 y 12 dólares/t en las zonas urbanas y rurales, respectivamente (véase el cuadro 9).

Conviene advertir que en Costa Rica, donde existe todavía un buen equilibrio entre oferta y demanda de leña, se registran los precios más bajos para los consumos industrial y residencial urbano. Por otro lado, los precios son particularmente altos en las regiones más afectadas por cierta escasez.

A nivel residencial urbano y en términos de energía útil --tomando en cuenta una eficiencia de 10% para las estufas de leña y de 45% para las de gas y queroseno--, la leña, a un costo que varió entre 63 y 135 dólares/Gcal útil en 1986, resultó ligeramente más cara que esos dos combustibles convencionales en todos los países centroamericanos.

A nivel residencial rural y en términos de energía útil --considerando en este caso una eficiencia del 8% para las estufas de leña--, la leña, a un costo de 50 a 77 dólares/Gcal útil, resultó ligeramente más barata que el gas licuado y el queroseno en Costa Rica, El Salvador y Guatemala, y más cara que esos combustibles en Honduras y Nicaragua (véase el cuadro 10).

Finalmente, a nivel de consumo industrial y en términos de energía útil --estimando una eficiencia de 70% en calderas de leña y de 85% en calderas de fuel-oil o de diesel--, la leña se adquirió a un costo de 5 a 9 dólares/Gcal útil, monto sensiblemente más bajo que el costo del fuel-oil, dos a tres

veces más barato que el diesel (véase de nuevo el cuadro 10). Ello explica la razón por la cual casi todos los beneficios de café costarricenses transformaron sus hornos para volver a usar leña en 1982 y que una planta de cemento de ese mismo país haya convertido sus hornos para emplear desechos de aserríos en 1987.

En promedio, el 91% de la pequeña industria consumidora de leña la compraba y también la adquiría el 86% de los hogares urbanos y el 34% de los rurales. Es interesante observar la correlación que existe entre el porcentaje de usuarios de leña que la compraban y el nivel de escasez existente en el país: en Costa Rica sólo el 40% de los consumidores urbanos compraban su leña, mientras que en los otros cuatro países este porcentaje excedió del 85% (véase el cuadro 11).

En 1986, las ventas totales de leña en Centroamérica ascendieron a casi 150 millones de dólares, lo que representó el 50% de las ventas globales de electricidad en los cuatro países del norte. En cuanto a la participación del subsector leña --totalmente informal-- en el PIB, la más alta (1%) se registró en Honduras. Si la leña se incluyera en el renglón de servicios básicos (electricidad, gas y agua) del PIB, este renglón aumentaría desde un 4% en el caso de Costa Rica hasta un 115% en Nicaragua. En El Salvador, Guatemala y Honduras, tal porcentaje ascendería a 26%, 53% y 61%, respectivamente (véase el cuadro 12).

##### 5. Aspectos institucionales y legales

En la mayoría de los países centroamericanos son responsables del subsector leña, de manera compartida, el organismo nacional forestal y el ministerio encargado del sector energético. De manera general, los organismos forestales se han dedicado preferentemente a los aspectos del recurso y de producción de leña, mientras que los ministerios a cargo del sector energético centran sus esfuerzos en la elaboración de estadísticas sobre el consumo y la formulación de medidas para reducirlo.

Cabe destacar que las leyes forestales que rigen el funcionamiento de los organismos encargados de los bosques no se refieren de manera específica a la leña, la cual se considera como un subproducto de la actividad maderera.

En términos financieros, la gran mayoría de los proyectos centroamericanos referidos a la leña se han orientado hacia el establecimiento de plantaciones energéticas susceptibles de satisfacer, en

particular, las demandas urbana e industrial. Estas plantaciones han tenido resultados generalmente satisfactorios desde el punto de vista de productividad en el caso de cultivos experimentales inferiores a diez hectáreas, pero a menudo desfavorables para cultivos industriales.

Entre los proyectos, han proliferado los dedicados a la difusión de estufas mejoradas en el medio rural centroamericano.

Finalmente, conviene señalar que, en la mayoría de los países, los contactos entre las distintas instituciones nacionales e internacionales, directa e indirectamente encargadas de la problemática de la leña en Centroamérica, son de índole informal ya que no existe una coordinación nacional y/o regional de carácter oficial que analice estos problemas desde un punto de vista multidisciplinario (forestal, agrícola, comercial, sociológico, etc.) y fomente y lleve a cabo proyectos para corregir las tendencias observadas.

#### IV. DESECHOS AGROPECUARIOS

Son diversos los subproductos de la actividad agropecuaria susceptibles de ser valorizados energéticamente por procesos de combustión directa o de metanización. Los desechos combustibles, sin secado adicional costoso (bagazo, cascarilla de arroz y de café, desechos de algodón y olote de maíz), tienen un bajo contenido de humedad, ya sea por su propia naturaleza, o como consecuencia del proceso agroindustrial que los produce.

Los desechos metanizables, que requerirían un secado adicional costoso para su combustión, son aquellos con un alto grado de humedad, como pulpa de café y desechos pecuarios.

##### 1. Valorización energética de los desechos agrícolas por medio de combustión

Entre los desechos agrícolas, el bagazo (57%), la cascarilla y el rastrojo de algodón (24%) y los desechos del maíz (13%), representan conjuntamente el 94% del recurso total identificado. Los otros desechos (cascarilla de arroz, de café y de coquito y panoja de maicillo) tienen cada uno un potencial más reducido (véase el cuadro 13).

El potencial de desechos agrícolas energéticamente aprovechados, que corresponde a la demanda industrial, y en mucho menor medida a la residencial, llegaba en 1986 al 53% del potencial total. El bagazo de caña participó con un 90% de ese potencial (véase el cuadro 14). Cabe mencionar que la cascarilla de arroz, del algodón, el bagazo de caña y la panoja de maicillo se valorizaban también como alimento de ganado. Eso demuestra que los subproductos de la agroindustria, además de su valor energético, tienen también otros usos y, en consecuencia, conviene analizar sus costos de oportunidad en cada caso específico.

Los recursos aprovechables se dividen en:

a) El recurso de fácil aprovechamiento energético, por el uso de tecnologías existentes y comprobadas, que llega a 1,610 Tcal, o sea, el 10% del potencial identificado;

b) El recurso difícilmente aprovechable energéticamente, por el uso de tecnologías aún poco maduras, así como por su dispersión y el alto costo de su transporte, que asciende a 4,730 Tcal, o sea, el 29% del potencial total,

y

c) Los ahorros energéticos alcanzables por un uso más eficiente de los desechos, principalmente en los ingenios azucareros y beneficios de café, que llegan a 1,680 Tcal, o sea, el 10% del potencial de desechos agrícolas combustibles (véase de nuevo el cuadro 14).

## 2. Valorización energética de desechos agropecuarios por medio de metanización

El potencial energético de los desechos agropecuarios metanizables se evaluó en 7,280 Tcal. Proviene esencialmente del estiércol bovino (75%) y, en menor medida, del porcino (10%), así como de los desechos avícolas (5%) y de la pulpa y mucílago de café (10%). Considerando que sólo un porcentaje de este potencial se puede aprovechar --por razones de costo, de dispersión de los desechos o de dificultad técnica, según los distintos desechos--, se estimó un potencial aprovechable de 1,450 Tcal, es decir, un 20% del potencial total identificado (véase el cuadro 15).

Cabe mencionar que se han instalado en la región biodigestores (de tipo chino, principalmente) que han operado satisfactoriamente con estiércol porcino y, en menor medida, con pulpa de café para satisfacer las necesidades de cocción de alimentos y de alumbrado de comunidades locales. En Honduras, en particular, casi 100 biodigestores están operando satisfactoriamente, produciendo un biogás que compite actualmente con la leña para la cocción de alimentos.



## V. APROVECHAMIENTO DE LA ENERGIA SOLAR

Centroamérica recibe una radiación solar anual que varía entre 1,400 kWh/m<sup>2</sup> (zonas lluviosas y poco pobladas del Atlántico) y 2,000 kWh/m<sup>2</sup> (regiones densamente pobladas del Pacífico). La variación mensual de esa radiación global diaria no excede del 15% de la radiación promedio en las regiones centrales y del Pacífico, y aproximadamente del 30% en las regiones del Atlántico. Eso significa que las zonas pobladas de Centroamérica gozan de un excelente potencial solar de radiación bastante uniforme durante el año.

### 1. Conversión térmica

Actualmente, en la mayoría de las salineras centroamericanas se está recurriendo al secado directo de la sal. De la misma manera, los pocos beneficios de café que operan por vía seca recurren al presecado solar directo del café y de su pulpa (Nicaragua y El Salvador). Secadores solares indirectos (con colector de aire y cámara de secado) han sido únicamente difundidos a nivel de proyectos-piloto promovidos por el CDI y el ICAITI.

En cuanto a calentadores de agua para uso doméstico y de piscinas, se han elaborado algunos diseños centroamericanos en los centros de desarrollo tecnológico mencionados anteriormente y se han instalado varios sistemas, fabricados localmente o importados, en las capitales de la región esencialmente. En la mayoría de los países, los calentadores de agua solares difícilmente pueden competir con calentadores de gas o eléctricos, debido a la política de subsidio a los combustibles convencionales. Únicamente en Honduras, donde los precios del gas licuado y de la electricidad son los más altos de Centroamérica, el calor producido por colectores planos fabricados localmente es competitivo con el gas y la electricidad para calentar agua.

### 2. Conversión fotovoltaica

Los sistemas fotovoltaicos producen un kWh cuyo costo varía entre uno y dos dólares según el tamaño, el tipo de instalación y el nivel de radiación solar. En consecuencia, resultan únicamente competitivos para sustituir pilas (iluminación, radiotelefonía), recargar baterías (televisores) o sustituir pequeñas plantas eléctricas de potencia inferior entre 2 y 5 kW (telecomunicaciones, bombeo de agua, refrigeración). Hasta la fecha se han

instalado sistemas fotovoltaicos para telecomunicaciones (repetidoras de microondas en Honduras y Guatemala, unidades de telefonía rural en El Salvador y Guatemala), conservación de vacunas en puestos de salud (a nivel de proyectos-piloto en Costa Rica, El Salvador y Honduras) y bombeo de agua (proyectos-piloto en Guatemala y Honduras).

Existe aparentemente un mercado potencial importante para satisfacer las necesidades básicas (salud, bombeo de agua, telecomunicaciones, iluminación) de las poblaciones aisladas, en el marco de programas sociales y de desarrollo rural integrado.

## VI. APROVECHAMIENTO DE LA ENERGIA EOLICA

Se dispone de escasos datos confiables sobre el potencial de la energía eólica en Centroamérica. Sin embargo, se estima que éste es moderado a nivel global (de 100 a 500 kWh/m<sup>2</sup>-año) para permitir la generación de energía eléctrica con aerogeneradores de manera económicamente atractiva. Existen algunas posibles excepciones como en la región de Cerro Verde en El Salvador, con un potencial superior a 1,000 kWh/m<sup>2</sup>-año, que merecerían estudiarse en detalle.

Para aplicaciones como el bombeo directo de agua con molinos de viento multiaspas tradicionales, el potencial es suficiente en la mayoría de los casos. Por esta razón, se han desarrollado y fabricado localmente molinos de este tipo en Nicaragua y Honduras.

CUADROS

Cuadro 1

CENTROAMERICA; OFERTA POTENCIAL DE LEÑA  
DE LOS BOSQUES NATURALES, 1986

	Superficie (miles de ha)	Productividad de leña <u>a/</u> (t/ha-año)	Producción		
			Miles de t	Tcal	%
<u>Centroamérica</u>	<u>18 700</u>		<u>52 900</u>	<u>164 000</u>	<u>100</u>
Latifoliados	10 250	4.2	42 800	133 000	80.9
Coníferas	3 420	1.8	6 190	19 200	11.7
Arbustivos <u>b/</u>	4 730	0.71	3 730	11 600	7.1
Salados	340	0.75	234	725	0.4
<u>Costa Rica</u>	<u>1 470</u>		<u>5 330</u>	<u>16 500</u>	<u>10</u>
Latifoliados	1 330	3.9	5 190	16 100	
Arbustivos <u>b/</u>	136	1.0	136	420	
<u>El Salvador</u>	<u>224</u>		<u>488</u>	<u>1 510</u>	<u>0.9</u>
Latifoliados	58	5.6	329	1 020	
Coníferas	45	1.05	47	145	
Salados	45	0.75	34	105	
Arbustivos <u>b/</u>	78	1.0	78	242	
<u>Guatemala</u>	<u>7 670</u>		<u>20 400</u>	<u>63 200</u>	<u>39</u>
Latifoliados	3 360	5	16 800	52 000	
Coníferas	570	1.45	827	2 560	
Arbustivos <u>b/</u>	3 740	0.75	2 800	8 680	
<u>Honduras</u>	<u>5 640</u>		<u>13 100</u>	<u>40 900</u>	<u>25</u>
Latifoliados	2 650	3	8 000	24 800	
Coníferas	2 400	2	4 800	14 900	
Salados	298	0.75	200	620	
Arbustivos <u>b/</u>	290	0.5	145	450	
<u>Nicaragua</u>	<u>3 740</u>		<u>13 600</u>	<u>42 200</u>	<u>26</u>
Latifoliados	2 850	4.4	12 500	38 800	
Coníferas	400	1.3	520	1 610	
Arbustivos <u>b/</u>	487	0.4	575	1 780	

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales y de estimaciones propias.

a/ Racionalmente aprovechable.

b/ Se refiere a la regeneración secundaria en matorrales.

Cuadro 2

CENTROAMÉRICA: OFERTA DE LEÑA POR DEFORESTACION,  
PLANTACIONES, CAFETALES Y CERCAS VIVAS

	Superficie (miles de ha)	Productividad de leña <sup>a/</sup> (t/ha-año)	Producción		
			Miles de t	Tcal	%
<b>Centroamérica</b>			<b>18 500</b>	<b>57 500</b>	<b>100</b>
Deforestación	387	36	13 900	43 100	75
Plantaciones	58	6	347	1 080	1.9
Cafetales	431	5.6	3 110	9 640	16.8
Cercas vivas	294	4.1	1 200	3 720	6.5
<b>Costa Rica</b>			<b>2 670</b>	<b>8 280</b>	<b>14.4</b>
Deforestación	55	26	1 430	4 430	7.7
Plantaciones	13	7	90	279	0.5
Cafetales	57	4	350	1 080	1.9
Cercas vivas	160	5	800	2 480	4.3
<b>El Salvador</b>			<b>1 900</b>	<b>5 890</b>	<b>10.2</b>
Deforestación	4.5	35	158	489	0.9
Plantaciones	14.4	5.65	81	252	0.4
Cafetales	188	6.7	1 260	3 900	6.8
Cercas vivas	134	3	402	1 250	2.2
<b>Guatemala</b>			<b>5 230</b>	<b>16 200</b>	<b>28.2</b>
Deforestación	90	50	4 500	14 000	24.3
Plantaciones	18	7.5	135	419	0.7
Cafetales	...	...	590	1 830	3.1
<b>Honduras</b>			<b>6 980</b>	<b>21 600</b>	<b>37.6</b>
Deforestación	191	34.5	6 520	20 200	35.1
Plantaciones	11.7	3.5	41	127	0.2
Cafetales	104	4	416	1 290	2.2
<b>Nicaragua</b>			<b>1 760</b>	<b>5 460</b>	<b>9.5</b>
Deforestación	46	27.5	1 270	3 940	6.9
Plantaciones	1	0.1	0.1	0.3	-
Cafetales	82	6	492	1 520	2.6

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales y de estimaciones propias.  
<sup>a/</sup> Racionalmente aprovechable.

Cuadro 3  
CENTROAMERICA: OFERTA TOTAL DE LEÑA, 1986  
(Teracalorías)

	Total	Tradicionalmente aprovechada	Racionalmente aprovechable	Potencial
<u>Centroamérica</u>	<u>222 000</u>	<u>42 700</u>	<u>38 300</u>	<u>141 000</u>
Costa Rica	24 800	5 860	4 710	14 200
El Salvador	7 400	5 890	-	1 510
Guatemala	79 400	19 200	15 200	45 000
Honduras	62 500	7 900	14 500	40 100
Nicaragua	47 700	3 850	3 900	40 000

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales y de estimaciones propias.

Cuadro 4  
CENTROAMERICA: CONSUMO RESIDENCIAL DE LEÑA, 1986

	Población		Diario a/ (kg/hab-día)	Consumo		
	Miles de habitantes	Consumidora de leña (%)		Miles de t	Total	%
<u>Centroamérica</u>	<u>22 800</u>	<u>70</u>	<u>2.77</u>	<u>16 100</u>	<u>50 000</u>	<u>100</u>
Urbana	9 400	44	2.17	3 260	10 100	20
Rural	13 400	90	2.93	12 800	39 800	80
<u>Costa Rica</u>	<u>2 560</u>	<u>37</u>	<u>3.2</u>	<u>1 100</u>	<u>3 410</u>	<u>6.8</u>
Urbana	1 400	14	2.7	193	600	1.2
Rural	1 160	65	3.3	908	2 810	5.6
<u>El Salvador</u>	<u>4 820</u>	<u>72</u>	<u>2.7</u>	<u>3 330</u>	<u>10 300</u>	<u>21</u>
Urbana	2 010	40	2.1	602	1 860	4
Rural	2 810	95	2.8	2 730	8 450	17
<u>Guatemala</u>	<u>8 190</u>	<u>79</u>	<u>2.8</u>	<u>6 710</u>	<u>20 800</u>	<u>42</u>
Urbana	2 680	56	2.2	1 210	3 740	7
Rural	5 510	92	3.0	5 500	17 050	35
<u>Honduras</u>	<u>4 510</u>	<u>74</u>	<u>2.75</u>	<u>3 350</u>	<u>10 400</u>	<u>21</u>
Urbana	1 750	53	2.3	780	2 420	5
Rural	2 760	88	2.9	2 570	7 970	16
<u>Nicaragua</u>	<u>2 740</u>	<u>66</u>	<u>2.45</u>	<u>1 620</u>	<u>5 020</u>	<u>10</u>
Urbana	1 560	44	1.9	476	1 480	3
Rural	1 180	93	2.85	1 140	3 540	7
<u>Cuatro países del Norte del Istmo</u>	<u>20 300</u>	<u>74</u>	<u>2.74</u>	<u>15 010</u>	<u>46 500</u>	<u>93</u>
Urbana	8 000	49	2.15	3 070	9 500	19
Rural	12 300	92	2.90	11 940	37 000	74

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales y de estimaciones propias.

Cuadro 5

## CENTROAMERICA: CONSUMO INDUSTRIAL DE LEÑA, 1986

(Teracalorías)

	Centroamérica	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua
<b>Total</b>	<b>4 260</b>	<b>495</b>	<b>442</b>	<b>2 030</b>	<b>898</b>	<b>396</b>
Caleras	512	56	...	282	62	112
Ladrilleras y tejas	770	13	...	608	90	59
Trapiches	577	13	...	365	143	56
Ingenios azucareros	9	-	...	-	-	9
Salineras	220	96	...	-	121	3
Benefios de café	802	304	...	358	140	-
Tabacaleras	218	-	...	-	214	4
Panaderías	387	13	...	200	99	75
Tortillerías	78	-	...	-	-	78
Otros	242	-	...	213	29	-

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales y de estimaciones propias.



Cuadro 6  
CENTROAMERICA: CONSUMO DE LEÑA PARA LA PRODUCCION  
DE CARBON VEGETAL, 1986

(Teracalorías)

	Total	Residencial y comercial	Industrial	Otros
<u>Centroamérica</u>	<u>1 170</u>	<u>710<sup>a/</sup></u>	<u>317<sup>a/</sup></u>	<u>5<sup>a/</sup></u>
Costa Rica	176	...	...	.
El Salvador	29.5	29.5	...	.
Guatemala	736	520	216	.
Honduras	65.2	37	28.2	.
Nicaragua	162	123	73	5

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales y de estimaciones propias.  
a/ Sin Costa Rica.

Cuadro 7  
CENTROAMERICA: CONSUMO DE LEÑA, 1986

(Teracalorías)

	Total	Residencial y comercial <sup>a/</sup>	Industrial <sup>a/</sup>
<u>Centroamérica</u>	<u>55 400</u>	<u>51 000</u>	<u>4 460</u>
Costa Rica	4 080	3 580	495
El Salvador	10 700	10 300	442
Guatemala	23 600	21 600	2 030
Honduras	11 400	10 500	927
Nicaragua	5 680	5 010	570

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales y de estimaciones propias.  
a/ Incluye a la leña para producción de carbón vegetal.

Cuadro 8

## CENTROAMERICA: OFERTA Y CONSUMO TOTALES DE LEÑA, 1986

	Consumo (Tcal)	Oferta							
		Total		Tradicionalmente aprovechada		Racionalmente aprovechable		Potencial	
		Tcal	% a/	Tcal	% a/	Tcal	% a/	Tcal	% a/
Centroamérica	55 400	222 000	4.0	42 700	0.77	38 300	0.69	141 000	2.55
Costa Rica	4 080	24 800	6.1	5 860	1.4	4 710	1.2	14 200	3.5
El Salvador	10 700	7 400	0.7	5 890	0.55	-	-	1 510	0.14
Guatemala	23 600	79 400	3.4	19 200	0.81	15 200	0.64	45 000	1.9
Honduras	11 400	62 500	5.5	7 900	0.69	14 500	1.3	40 100	3.5
Nicaragua	5 580	47 700	8.5	3 850	0.69	3 900	0.7	40 000	7.2

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales y de estimaciones propias.  
a/ Porcentaje del consumo total.

Cuadro 9

## CENTROAMERICA: PRECIOS DE LEÑA, 1986

	Industrial	Residencial	
		Urbano	Rural
<u>Centroamérica a/</u>	<u>17.9</u>	<u>26</u>	<u>12.2</u>
Costa Rica			
colones/t	600	1 100	700
dólares/t <u>b/</u>	10.7	19.6	12.5
El Salvador			
colones/t	80	100	50
dólares/t <u>c/</u>	16	20	10
Guatemala			
quetzales/t	40	50	20
dólares/t <u>d/</u>	18	23	9
Honduras			
lempiras/t	45	70	45
dólares/t <u>e/</u>	17.6	27	18
Nicaragua			
córdobas/t	25 000	54 000	25 000
dólares/t <u>f/</u>	19.2	42	19.2

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales y de estimaciones propias.

- a/ Promedio ponderado, en dólares por tonelada.  
b/ Sobre la base de 56 colones por dólar.  
c/ Sobre la base de 5 colones por dólar.  
d/ Sobre la base de 2.19 quetzales por dólar.  
e/ Sobre la base de 2.56 lempiras por dólar.  
f/ Sobre la base de 1,300 córdobas por dólar (cambio paralelo a mediados de 1986).

## Cuadro 10

## CENTROAMERICA: COMPARACION DE LOS PRECIOS DE LOS ENERGETICOS, 1986

(Dls./Gcal útil)

	Industrial <sup>a/</sup>	Leña		Fuel oil <sup>d/</sup>	Diesel <sup>d/</sup>	Queroseno <sup>e/</sup>	Gas licuado <sup>e/</sup>
		Residencial Urbano <sup>b/</sup>	Rural <sup>c/</sup>				
Costa Rica	4.9	63	50	12	40	58	55
El Salvador	7.4	65	40	16	37	53	61
Guatemala	8.3	74	36	13	22	40	46
Honduras	8.1	87	73	15	30	59	66
Nicaragua	8.8	135	77	9,6 <sup>f/</sup>	30 <sup>f/</sup>	31 <sup>f/</sup>	40 <sup>f/</sup>

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales y de estimaciones propias.

<sup>a/</sup> Se consideró una eficiencia de uso final en calderas del 70%.

<sup>b/</sup> Se consideró una eficiencia de uso final en estufas del 10%.

<sup>c/</sup> Se consideró una eficiencia de uso final en estufas del 8%.

<sup>d/</sup> Se consideró una eficiencia de uso final en calderas del 85%.

<sup>e/</sup> Se consideró una eficiencia de uso final en estufas --sin piloto para el gas-- del 45%

<sup>f/</sup> En 1985, al cambio oficial vigente.

Cuadro 11

## CENTROAMERICA: VOLUMENES DE VENTA DE LEÑA, 1986

	Consumo (miles de t)	Porcentaje comprado (%)	Precio promedio (Dls./tonelada)	Ventas (millones de dólares)
<u>Centroamérica</u>	<u>17 500</u>			<u>147</u>
Industrial	1 380	91 a/	17	21.2
Residencial	16 100	43 a/	18	125
Urbano	3 260	86 a/	26	73.4
Rural	12 800	34 a/	12	51.5
<u>Costa Rica</u>	<u>1 260</u>			<u>5.3</u>
Industrial	160	84	10.7	1.44
Residencial	1 100	25	14	3.86
Urbano	193	39	19.6	1.48
Rural	908	21	12.5	2.38
<u>El Salvador</u>	<u>3 470</u>			<u>21.3</u>
Industrial	143	100	16	2.29
Residencial	3 330	34	17	19
Urbano	602	90	20	10.8
Rural	2 730	30	10	8.19
<u>Guatemala</u>	<u>7 370</u>			<u>55</u>
Industrial	655	86	18	10.1
Residencial	6 710	49	13.6	44.8
Urbano	1 210	90	23	25
Rural	5 500	40	9	19.8
<u>Honduras</u>	<u>3 640</u>			<u>38.1</u>
Industrial	290	100	17.6	5.1
Residencial	3 350	44	22.4	33
Urbano	780	90	27	19.1
Rural	2 570	30	18	13.5
<u>Nicaragua</u>	<u>1 750</u>			<u>26.9 b/</u>
Industrial	128	95	19.2	2.3
Residencial	1 620	50	30	24.6
Urbano	476	85	42	17
Rural	1 140	35	19	7.6

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales y de estimaciones propias.

a/ Promedio ponderado.

b/ Al cambio paralelo a mediados de 1986.

Cuadro 12

CENTROAMERICA: VOLUMENES DE VENTA DE LEÑA Y DE ELECTRICIDAD  
Y SU PARTICIPACION EN EL PIB, 1986

	Ventas de leña (millones de dólares)	Ventas de electricidad (millones de dólares)	Participación de la leña en el PIB (%)	Participación de los servicios básicos <sup>a/</sup> en el PIB (%)
<u>Costa Rica</u>	<u>5.3</u>	<u>126</u>	<u>0.12</u>	<u>2.75</u>
Industrial	1.44			
Residencial	3.86			
Urbano	1.48			
Rural	2.38			
<u>El Salvador</u>	<u>21.3</u>	<u>52.2</u>	<u>0.66</u>	<u>2.55</u>
Industrial	2.29			
Residencial	19			
Urbano	10.8			
Rural	8.19			
<u>Guatemala</u>	<u>55</u>	<u>76.3</u>	<u>0.82</u>	<u>1.54</u>
Industrial	10.2			
Residencial	44.8			
Urbano	25			
Rural	19.8			
<u>Honduras</u>	<u>38.1</u>	<u>76.8</u>	<u>0.97</u>	<u>1.58</u>
Industrial	5.8			
Residencial	33			
Urbano	19.1			
Rural	13.5			
<u>Nicaragua</u>	<u>26.9<sup>b/</sup></u>	<u>3.9<sup>c/</sup></u>	<u>2.4</u>	<u>2.08</u>
Industrial	2.3			
Residencial	24.6			
Urbano	17			
Rural	7.6			

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales y estimaciones propias.

a/ Electricidad, gas y agua, según notas económicas de 1986 de la CEPAL.

b/ Al cambio paralelo a mediados de 1986.

c/ Dato de 1985, al cambio paralelo a mediados de ese año; al cambio oficial, ascendería a 94 millones de dólares.

Cuadro 13

CENTROAMERICA: POTENCIAL ENERGETICO (COMBUSTION)  
DE DESECHOS AGRICOLAS, 1986

(Teracalorías)

	Total	Bagazo	Arroz (casca- rilla)	Café (casca- rilla)	Maíz (olote y tusa)	Algodón (cascarilla y rastrojo)	Maicillo (panoja)	Coquito (cascarilla)
<u>Centroamérica</u>	<u>16 000</u>	<u>9 140</u>	<u>384</u>	<u>602</u>	<u>2 020</u>	<u>3 780</u>	<u>89</u>	<u>60</u>
Costa Rica <sup>a/</sup>	3 070	1 340	168	161	61	1 340	-	60
El Salvador	2 640	1 630	75	127	637	77	89	-
Guatemala	5 200	3 120	31	182	858	1 013	-	-
Honduras	2 260	1 610	34	87	298	229	-	-
Nicaragua	2 850	1 440	76	45	169	1 124	-	-

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales y de estimaciones propias.

a/ En 1985.

Cuadro 14

CENTROAMERICA: APROVECHAMIENTO (COMBUSTION)  
DE LOS DESECHOS AGRICOLAS, 1986

(Teracalorías)

	Total	Bagazo	Arroz (cascarilla)	Café (cascarilla)	Maíz (olote y tusa)	Algodón (cascarilla y rastrojo)	Maicillo (panoja)	Coquito (cascarilla)
<u>Centroamérica</u>	<u>17 800</u>							
Potencial	16 100	9 140	384	602	2 020	3 780	89	60
Aprovechado <sup>a/</sup>	9 500	8 570	24	235	597	34	-	15
Fácilmente aprovechable	1 610	490	61	246	765	-	-	45
Difícilmente aprovechable	4 730	-	185	123	628	3 720	71	-
Ahorros posibles	1 680	1 520	-	158	-	-	-	-
<u>Costa Rica<sup>b/</sup></u>	<u>3 470</u>							
Potencial	3 130	1 340	168	161	61	1 340	-	60
Aprovechado <sup>a/</sup>	1 330	1 130	24	153	6	-	-	15
Fácilmente aprovechable	291	214	24	8	-	-	-	45
Difícilmente aprovechable	1 450	-	54	-	55	1 340	-	-
Ahorros posibles	337	201	-	136	-	-	-	-
<u>El Salvador</u>	<u>2 900</u>							
Potencial	2 635	1 630	75	127	637	77	89	-
Aprovechado <sup>a/</sup>	2 070	1 430	-	64	573	-	-	-
Fácilmente aprovechable	189	114	11	64	-	-	-	-
Difícilmente aprovechable	223	-	42	-	64	46	71	-
Ahorros posibles	264	245	-	19	-	-	-	-
<u>Guatemala</u>	<u>5 820</u>							
Potencial	5 200	3 120	31	182	858	1 013	-	-
Aprovechado <sup>a/</sup>	2 960	2 960	-	-	-	-	-	-
Fácilmente aprovechable	772	160	6	91	515	-	-	-
Difícilmente aprovechable	1 470	-	25	91	343	1 013	-	-
Ahorros posibles	620	620	-	-	-	-	-	-
<u>Honduras</u>	<u>2 500</u>							
Potencial	2 260	1 610	34	87	298	229	-	-
Aprovechado <sup>a/</sup>	1 610	1 610	-	4	-	-	-	-
Fácilmente aprovechable	237	-	5	83	149	-	-	-
Difícilmente aprovechable	407	-	29	-	149	229	-	-
Ahorros posibles	245	242	-	2.5	-	-	-	-
<u>Nicaragua</u>	<u>3 070</u>							
Potencial	2 850	1 440	76	45	169	1 124	-	-
Aprovechado <sup>a/</sup>	1 540	1 440	-	13.5	51	34	-	-
Fácilmente aprovechable	116	-	15	-	101	-	-	-
Difícilmente aprovechable	1 170	-	35	31.5	17	1 090	-	-
Ahorros posibles	216	216	-	-	-	-	-	-

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales y de estimaciones propias.

a/ No incluye los aprovechamientos no energéticos.

b/ En 1985.



## Cuadro 15

CENTROAMERICA: POTENCIAL ENERGETICO (METANIZACION)  
DE DESECHOS AGROPECUARIOS, 1986

(Teracalorías)

	Total	Desechos pecuarios			Pulpa de café	Potencial aprovechable
		Bovino	Porcino	Avícolas		
Centroamérica	7 280	5 460	735	380	698	1 454
Costa Rica <sup>a/</sup>	563	270	141	46	106	154
El Salvador	1 200	740	205	108	146	391
Guatemala	2 010	1 800	...	...	209	333
Honduras	2 490	2 000	292	113	86	394
Nicaragua	1 015	653	97	113	151	182

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales y de estimaciones propias.

a/ Datos de 1985.

Cuadro 16

CENTROAMERICA: CONSUMO DE ENERGIA POR FUENTES  
MODERNAS Y TRADICIONALES

(Teracalorías)

	Fuentes modernas <sup>a/</sup>	Fuentes tradicionales b/				
		Total	Leña	Carbón de leña c/	Bagazo	Otros d/
<b>Centroamérica</b>	<u>24 900</u>	<u>65 400</u>	<u>55 400</u>	<u>480</u>	<u>8 570</u>	<u>940</u>
Residencial y comercial	6 690	52 000	51 100	354	-	664
Industrial	18 200	13 400	4 460	126	8 570	276
<b>Costa Rica</b>	<u>5 660</u>	<u>5 480</u>	<u>4 075</u>	<u>70</u>	<u>1 130</u>	<u>200</u>
Residencial y comercial	1 790	3 660	3 580	70	-	6
Industrial	3 870	1 820	495	-	1 130	194
<b>El Salvador</b>	<u>3 620</u>	<u>12 800</u>	<u>10 700</u>	<u>12</u>	<u>1 430</u>	<u>637</u>
Residencial y comercial	1 120	10 900	10 300	12	-	583
Industrial	2 500	1 940	442	-	1 430	64
<b>Guatemala</b>	<u>6 680</u>	<u>26 900</u>	<u>23 600</u>	<u>294</u>	<u>2 960</u>	<u>...</u>
Residencial y comercial	2 020	21 800	21 600	208	-	...
Industrial	4 660	5 100	2 030	86	2 960	...
<b>Honduras</b>	<u>4 530</u>	<u>13 000</u>	<u>11 400</u>	<u>26</u>	<u>1 610</u>	<u>4</u>
Residencial y comercial	983	10 500	10 500	15	-	-
Industrial	3 550	2 500	927	11	1 610	4
<b>Nicaragua</b>	<u>4 370</u>	<u>7 200</u>	<u>5 580</u>	<u>78</u>	<u>1 440</u>	<u>99</u>
Residencial y comercial	777	5 140	5 010	49	-	85
Industrial	3 590	2 050	570	29	1 440	14

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales y de estimaciones propias.

a/ Cifras de 1985, incluye energía eléctrica y derivados del petróleo.

b/ Cifras de 1986.

c/ Sobre la base del cuadro 6, considerando una eficiencia energética del 40% para la conversión de la leña en carbón vegetal.

d/ Se refiere a desechos de arroz, café, algodón, maíz y coquito.