

BIBLIOTECA NACIONES UNIDAS MEXICO

Distr.  
RESTRINGIDA

LC/MEX/R.54  
3 de abril de 1987

ORIGINAL: ESPAÑOL

CATALOGADO

---

C E P A L

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

C. I

COSTA RICA: DIAGNOSTICO DE LA BIOMASA

## INDICE

	<u>Página</u>
Presentación	1
I. La leña	3
1. La oferta	3
a) La oferta tradicionalmente aprovechada	3
b) La oferta potencial	5
c) La oferta total	7
2. La demanda	7
a) Consumo residencial	7
b) Consumo industrial	9
c) Consumo para carbón de leña	12
d) Consumo total de leña	14
3. Comparación oferta-demanda de leña	14
4. El mercado de la leña	14
a) Procedencia y transporte	14
b) Precios y volúmenes de venta	17
5. Aspectos institucionales y legales	21
II. Desechos agropecuarios	24
1. Valorización energética de los desechos agrícolas por medio de combustión	24
a) El recurso	24
b) La demanda y el potencial aprovechable	24
2. Valorización energética de desechos por medio de metanización de desechos agropecuarios	27
III. Biomasa: Síntesis de los recursos	29

## PRESENTACION

Este trabajo fue realizado en el marco de la asesoría brindada por la Subsede 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.

Según lo solicitó la Dirección Sectorial de Energía del Ministerio de Industria, Energía y Minas de Costa Rica, el presente diagnóstico contempla únicamente las fuentes de energía nuevas y renovables provenientes de la biomasa forestal y agropecuaria. Para realizarlo, se trabajó exclusivamente sobre la base de los datos existentes en los documentos publicados a la fecha, y de entrevistas realizadas a funcionarios responsables de diversas instituciones que intervienen en la problemática de la biomasa: Dirección Sectorial de Energía (DSE), Dirección General Forestal (DGF), Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), Instituto Costarricense del Café (ICAFE), a nivel nacional, y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Comunidad Económica Europea (CEE) y Organización de los Estados Americanos (OEA), a nivel de cooperación internacional.

El presente diagnóstico será complementado posteriormente con un documento de perfiles de proyectos.

## I. LA LEÑA

1. La oferta

Para evaluar la oferta de leña costarricense, se consideraron, por un lado, la oferta tradicionalmente aprovechada (podas de árboles de sombra de café, de cercas vivas y de cortinas rompevientos, así como la regeneración natural de potreros, charrales y cafetales) y, por otro, la oferta potencial poco utilizada o sin aprovechar, que incluye la regeneración natural del bosque denso, la deforestación y las plantaciones.

a) La oferta tradicionalmente aprovechada

i) Poda de árboles de sombra de café. En 1984, Costa Rica contaba con 87,000 ha de plantaciones de café, superficie que ha variado poco en el último bienio. Mientras que hace 15 años el 100% de los cultivos se protegía con árboles de sombra, en 1986 este porcentaje se redujo a 66% 1/, proporción que, según el Instituto Nacional de Café (INCAFE), habrá de mantenerse en los próximos años.

Por otra parte, conviene señalar que los caficultores recurren cada vez más a la "guaba", arbusto que si bien favorece la nitrogenación de los suelos, tiene una baja productividad de leña. Se consideró, por lo tanto, una productividad promedio anual de 4 t/ha de las podas para cultivos con sombra, lo que corresponde a una oferta anual de 228,000 toneladas por año. (Véase el cuadro 1.)

ii) Poda de cercas vivas y cortinas rompevientos. Para evaluar el potencial de este recurso, se consideró que el 5% de las áreas utilizadas en pastos y/o cultivos (3.2 millones de ha en 1986) 2/, estaban cubiertas por cercas vivas y cortinas rompevientos. Tomando en cuenta una productividad anual de 5 t/ha, el potencial por año se estima en 800,000 toneladas (véase de nuevo el cuadro 1).

iii) Regeneración de cafetales. Suponiendo un potencial de 4 t/ha, se producen anualmente 350,000 toneladas de leña en las 87,000 ha de cultivo nacional (véase de nuevo el cuadro 1).

---

1/ CATIE-ROCAP, El consumo de leña en los beneficios de café de Costa Rica (CATIE-ROCAP, 596-0089), 1986.

2/ Dirección General Forestal, Localización y valorización de la masa forestal en Costa Rica; 1985 (documento de trabajo No. 34).

Cuadro 1

## COSTA RICA: OFERTA DE LEÑA TRADICIONALMENTE APROVECHADA, 1986

	Superficie (miles de ha)	Productividad (t/ha)	Producción		Participación (porcentajes)
			Miles de toneladas	Tcal <sup>a/</sup>	
<b>Total</b>	<b>470</b>		<b>1 890</b>	<b>5 850</b>	<b>100</b>
Podas de árboles de sombra de café	57	4	228	706	12
Cercas vivas y cortinas rompeviento	160	5	800	2 480	42
Regeneración de cafetales	87	4	350	2 080	18
Regeneración de potreros, charrales y tacotales	136	3.75 <sup>b/</sup>	510	1 580	27

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

a/ Suponiendo 3 096 kcal/kg a 20% de humedad.

b/ Aprovechable como leña.

iv) Regeneración natural de charrales y tacotales. Dependiendo de la edad y de la especie de los árboles que se encuentran en charrales y tacotales, se puede aprovechar como leña del 50% al 75% de la madera disponible (estimada en 6 t/ha anuales), o sea, 3.75 t/ha anuales en promedio; lo demás corresponde a madera aserrable, postes, etc. De ahí se estima que de la superficie de 136,000 ha, destinada en el país a otros usos, se pueden obtener 510,000 toneladas anuales (véase de nuevo el cuadro 1).

b) La oferta potencial

i) Regeneración natural del bosque virgen. Según los datos que aparecen en el mapa anexo, se calcula que existe todavía el equivalente a 1.3 millones de ha de bosques vírgenes en Costa Rica. Si se considera una productividad anual de 11.25 t/ha de madera, de las cuales aproximadamente el 35% (3.9 t/ha) es aprovechable como leña, su potencial llegaría a 5.2 millones de toneladas por año (véase el cuadro 2) mediante un aprovechamiento racional de este bosque.

ii) Deforestación. Se ha desarrollado, desde los años cuarenta, un proceso de deforestación del orden de 55,000 ha anuales, lo que corresponde al 3% de la cobertura forestal del país y al 4% de la vegetación virgen original. Tal reducción del área boscosa ha ocurrido esencialmente en las regiones del Pacífico y del valle central y, más recientemente, en el norte del país. 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 de la provincia de Guanacaste y a los incendios forestales. Se podría aprovechar como leña aproximadamente el 35% (26 t/ha) de los productos de la deforestación, calculados en 74 t/ha.

iii) Plantaciones. Desde 1979, año de la promulgación de la Ley de Reforestación, se han plantado anualmente unas 1,800 ha por año, o sea, 12,600 ha hasta 1986. Cabe señalar que las plantaciones representan sólo el 3% de la deforestación anual. Con una productividad anual de 14 t/ha de madera, de la cual 7 t/ha podría ser utilizada para leña, el potencial actual de plantaciones es de 89,600 t por año (véase de nuevo el cuadro 2).

Cuadro 2  
COSTA RICA: OFERTA POTENCIAL DE LEÑA, 1986

	Superficie (miles de ha)	Productividad anual (t/ha)	Producción	
			Miles de toneladas	Tcal <sup>a/</sup> Porcentajes
<b>Total</b>			<u>6 710</u>	<u>20 800</u> <u>100.0</u>
Regeneración natural del bosque virgen	1 330	3.9 <sup>b/</sup>	5 190	16 000 77.0
Deforestación	55 <sup>c/</sup>	26 <sup>b/</sup>	1 430	4 430 21.0
Plantaciones	12 800	7	90	277 1.3

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

<sup>a/</sup> Suponiendo 3 096 kcal/kg a 20% de humedad.

<sup>b/</sup> Aprovechable como leña.

<sup>c/</sup> Por año.

c) La oferta total

En el cuadro 3 se incluyó la noción de oferta aprovechable, que corresponde a los subproductos de deforestación, rara vez aprovechados, y a los subproductos de las plantaciones industriales. En consecuencia, la oferta potencial restante correspondería únicamente a la regeneración natural de bosques vírgenes.

Se puede observar que la oferta aprovechable es del mismo orden de magnitud que la oferta tradicionalmente aprovechada, mientras que la oferta potencial por aprovechamiento racional del bosque virgen equivale a 1.5 veces el total de estas dos ofertas.

2. La demanda

Se evaluaron separadamente los consumos de leña, según los tres conceptos siguientes: consumo residencial, consumo industrial y consumo para producción de carbón de leña.

a) Consumo residencial

i) Aspectos cuantitativos. Según los resultados de la encuesta residencial del consumo energético realizada por la Dirección Sectorial de Energía en 1983, el 65% de los hogares usaba leña para sus actividades domésticas -cocción de alimentos, esencialmente- en las zonas rurales, en contraste con sólo 14% en las zonas urbanas. Estas cifras corresponden a un 37% de hogares que consumen leña en promedio. El consumo era de 3.3 kg diarios por habitante en las zonas rurales y de 2.7 kg en las zonas urbanas, con un promedio ponderado de 3.2 kg diarios por habitante, o un consumo doméstico total de 1.07 millones de toneladas en ese año. Esta cifra se asemeja al resultado de la encuesta realizada por el PEICA en 1979 que, extrapolado para 1983, <sup>3/</sup> arrojó un consumo de 975,000 toneladas. Esto demuestra que el consumo residencial ha crecido de 1979 a 1983 aproximadamente 2.2% por año, contrariamente a la ligera tendencia al decrecimiento del consumo observado antes de 1979. El incremento anterior se debe al mayor consumo aparente por habitante por día (3.1 a 3.2 kg), al mayor

---

<sup>3/</sup> CEPAL, Istmo Centroamericano: Diagnóstico y perspectivas de la leña (IC/MEX/R.36), mayo de 1986.

## Cuadro 3

COSTA RICA: OFERTA TOTAL DE LEÑA, 1986

---

	<u>Tcal</u>	<u>Porcentajes</u>
<u>Total</u>	<u>26 600</u>	<u>100</u>
Oferta tradicionalmente aprovechada	5 850	22
Oferta aprovechable	4 710	18
Oferta potencial	16 000	60

---

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

porcentaje de población consumidora (35% a 37%) y al crecimiento de la población (2.8%).

Si esta tendencia se extrapola para 1986, se obtiene un consumo doméstico de 1.10 millones de toneladas para ese año (véase el cuadro 4).

ii) Aspectos cualitativos. La encuesta realizada en 1983 muestra que:

1) Más de la mitad de los hogares que consumen leña para la cocción de alimentos utilizan cocinas de leña y la otra mitad recurre a fogones y anafres;

2) En zonas urbanas, el 53% de los hogares incluidos en la encuesta consideran difícil la obtención de leña; en zonas rurales, sólo el 28% tiene esta opinión;

3) El 53% de los hogares urbanos consideran "incómoda" la leña para la cocción de alimentos, mientras que el 74% de los hogares rurales consideran "cómodo" este combustible.

Por otra parte, estudios específicos realizados en Costa Rica 4/ y 5/, indican que:

4) Más del 80% de los pequeños agricultores consumidores de leña son autosuficientes en cuanto al abastecimiento; asimismo, la mayoría de los obreros que trabajan en fincas medianas y grandes pueden recoger la leña dentro de la misma propiedad;

5) Las principales fuentes productoras han sido establecidas por los mismos agricultores mediante las prácticas tradicionales, desarrolladas dentro de sus fincas. Las dos fuentes más importantes, que suministran más del 50% de la leña, son los cafetales y árboles aislados en potreros. El resto se extrae de charrales y tacotales, cercas vivas, madereo y aserrios, cortinas rompevientos y bosque natural.

b) Consumo industrial

i) Aspectos cuantitativos. El consumo de leña en el sector industrial se estimó en 160,000 toneladas en 1986, considerando que éste se había mantenido constante entre 1985 y 1986 (véase el cuadro 5). Se debió

---

4/ G. Canet, Perspectivas del consumo y oferta de leña en Costa Rica para el año 2000, DGF, 1984.

5/ CATIE, Producción y consumo de leña en fincas pequeñas de Costa Rica, (informe técnico No. 16), 1981.

Cuadro 4

## COSTA RICA: CONSUMO RESIDENCIAL DE LEÑA, 1986

	Población		Consumo <u>a</u> / diario por habitante (kg)	Consumo (millones de t)
	Miles de habitantes	Porcentaje <u>a</u> / que consume leña		
<u>Total</u>	<u>2 560</u>	<u>37</u>	<u>3.2</u>	<u>1.10</u>
Rural	1 160	65	3.3	0.908
Urbano	1 400	14	2.7	0.193

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

a/ Se supone que se mantuvo sin cambio entre 1983 y 1986.

## Cuadro 5

## COSTA RICA: CONSUMO INDUSTRIAL DE LEÑA, 1986

---

	<u>Miles de toneladas</u>
<u>Total</u>	<u>160</u>
Beneficios de café	98
Salinas	31
Caleras	18
Otros (ladrilleras, trapiches, panaderías cerámica, etc.)	12

---

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

esencialmente a los beneficios de café que consumieron 98,000 toneladas 6/ (60% del consumo industrial), a las salinas de la Península de Nicoya, que consumieron 31,400 toneladas para el secado y la refinación de sal 7/, así como a caleras, ladrilleras, trapiches, panaderías, cerámica y otras industrias menores.

El consumo industrial de la leña en 1985 difiere sensiblemente de los resultados de la encuesta realizada por el PEICA en 1979, que indicaba un consumo de 44,000 toneladas. El fuerte crecimiento de la demanda se debe esencialmente al hecho de que, a partir de 1982, como consecuencia del fuerte aumento en el precio del diesel, casi todos los beneficios de café transformaron sus hornos para volver a usar leña. 8/ Tal cambio se observó también en otras pequeñas industrias.

ii) Aspectos cualitativos. En los beneficios de café, los principales consumidores industriales de leña, la utilización más eficiente del combustible se observa en los beneficios grandes (46 kg/fanega beneficiada) que en los pequeños y medianos (60 kg/fanega beneficiada). Al analizar los lugares de donde se extrae la leña, se encontró que en la mayoría de los casos no hay todavía presión sobre sitios específicos para el abastecimiento de leña. Sin embargo, 96% de los beneficios entrevistados consideran que habrá escasez en el futuro, esencialmente por la extensión de cultivos sin sombra y la creciente deforestación.

En cuanto a las salinas de la Península de Nicoya, el 50% de la leña que consumen proviene del cambio de uso de la tierra, y el 28% de potreros; tienen dificultades crecientes para su abastecimiento.

c) Consumo para carbón de leña

El carbón de leña es utilizado casi exclusivamente en los hogares, y sobre todo en los urbanos; no se detectó consumo industrial.

En el cuadro 6 se presentan los resultados de la encuesta realizada en 1983. Comparando los volúmenes de consumo en ese año con los de 1979, fecha de la encuesta realizada por el PEICA, se advirtió un descenso del 5.7% anual

---

6/ Reiche y Campos, El consumo de leña en los beneficios de café de Costa Rica, CATIE, 1986.

7/ ITCR/DGF/CATIE, Estudio sobre consumo y mercadeo de leña en pequeñas industrias de la Península de Nicoya, 1983.

8/ Reiche y Campos, El consumo de leña... op. cit.

Cuadro 6

## COSTA RICA: CONSUMO DE LEÑA PARA PRODUCCION DE CARBON DE LEÑA, 1986

	Total	Rural	Urbano
Población (miles de habitantes) <u>a/</u>	2 470	1 120	1 350
Porcentaje de consumidores de carbón <u>a/</u>	4.2	1.7	6.3
Consumo anual diario por habitante (kg) <u>a/</u>	0.68	0.56	0.7
Consumo anual de carbón de leña (miles de t) <u>a/</u>	25.7	3.89	21.7
Eficiencia de carboneras (%) <u>b/</u>	38	38	38
Consumo de leña (miles de t) <u>a/</u>	68	10.2	57.1
Tasas de crecimiento 1979-1983	-5.7	-5.7	-5.7
Consumo 1986 (miles de t)	57	8.6	47.9

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

a/ 1983.

b/ 1979.

en el consumo. Por lo tanto, el consumo para 1986 se evaluó en 57,000 toneladas anuales.

d) Consumo total de leña

El consumo doméstico de leña, incluyendo la que se emplea para producir carbón de leña, representa 87% del consumo total. Este último se estimó, para 1986, en 1.32 millones de toneladas, o sea, 4,090 Tcal. (Véase el cuadro 7.)

3. Comparación oferta-demanda de leña

Si se compara la demanda de leña en 1986 con la oferta tradicionalmente aprovechada, la aprovechable y la potencial (véase el cuadro 8), se puede observar que la primera todavía satisface la demanda total, ya que representa el 70% de aquélla.

Por otra parte, la demanda total sólo representa el 15% de la oferta total. Por consiguiente, no existe hoy en día, a nivel nacional, una verdadera dificultad de abastecimiento, aun cuando puedan sufrirla las regiones del Pacífico.

4. El mercado de la leña

a) Procedencia y transporte

Los beneficios de café no ejercen, en la mayoría de los casos, presión sobre sitios específicos para abastecerse de leña. En 1985, gran parte de la leña consumida por los beneficios de la región de Cartago y Los Santos (15% de los beneficios del país) se obtuvo de la vegetación existente (roble y encino) en la región de Los Santos. Además, los beneficios de la región denominada Valle Central Urbano (30% del total) se abastecen, en mayor proporción, del material derivado de podas provenientes de las áreas ocupadas por el cultivo del café y de las cortinas rompevientos de ciprés, ambos concentrados en la región norte y este de la provincia de Heredia.

Es muy variable la distancia que existe entre las fuentes de abastecimiento de leña y los beneficios de café. Esta oscila entre un mínimo de un kilómetro hasta un máximo de 55; el promedio de recorrido fue de alrededor de 10 km. Las menores distancias se recorren en el Valle Central, Guanacaste, San Carlos y Coto Brus. En la región de Atenas y Puriscal,

Cuadro 7

## COSTA RICA: CONSUMO TOTAL DE LEÑA, 1986

	Miles de toneladas	Tcal <u>a/</u>	Participación (porcentajes)
<u>Consumo total</u>	<u>1 320</u>	<u>4 090</u>	<u>100.0</u>
Consumo doméstico	1 100	3 400	83.0
Rural	908	2 810	69.0
Urbano	193	598	14.0
Consumo industrial	160	495	12.0
Beneficios	98	303	7.4
Salinas	31	96	2.3
Otros	30	93	2.3
Consumo para producción de carbón de leña	57	176	4.3
Rural	9	27	0.6
Urbano	48	149	3.6

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

a/ Suponiendo 3 096 kcal/kg a 20% de humedad.

## Cuadro 8

COSTA RICA: OFERTA Y DEMANDA, 1986

	Miles de toneladas	Tcal
Oferta	<u>8 590</u>	<u>26 600</u>
Aprovechada	1 890	5 850
Aprovechable	1 520	4 710
Potencial	5 170	16 000
 Demanda	 <u>1 320</u>	 <u>4 090</u>
Doméstica	1 160	3 580
Industrial	160	500

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

Cártago y Los Santos, la leña se obtiene de lugares más distantes. Este fenómeno probablemente está relacionado con la mayor o menor disponibilidad del recurso forestal. (Véase el cuadro 9.)

En 1983, el 73% de la leña utilizada por las salinas se adquirió de fincas de otras localidades; el resto (27%) provino de otras fuentes y, de este último porcentaje, solamente 10% de fincas propias.

Las distancias recorridas en las diversas localidades donde se encuentran las salinas varían de 3.5 a 32 km, con un promedio de 16 km para todas. Esta es la mayor distancia promedio de acarreo de leña, ya que las fincas cercanas a las salinas no pueden satisfacer la demanda de este insumo, el cual se dedica primordialmente a la agricultura y en escasa medida a la ganadería.

En lo que concierne a los consumidores domésticos, en 1983 el 52% recogía leña propia o de alrededores (36% de los hogares urbanos y 56% de los hogares rurales) y el 67% la obtenía cerca de su casa (59% de los hogares urbanos y 80% de los hogares rurales). (Véase el cuadro 10.)

En el medio rural, las principales fuentes productoras han sido establecidas por los mismos agricultores mediante prácticas tradicionales desarrolladas dentro de sus fincas. Las dos fuentes más importantes que suministran más del 50% de la leña son los cafetales y árboles aislados en potreros. El resto se extrae de charrales y tacotales, cercas vivas, madero y aserrío, cortinas rompevientos y bosque natural.

#### b) Precios y volúmenes de venta

Se elaboró el cuadro 11 a partir de los resultados de las distintas encuestas y estudios realizados desde 1982. Los precios de la leña aumentaron entre 1982 y 1985 de manera semejante a la evolución de los precios internos. Como se podía esperar, los hogares urbanos son los que pagan los precios más altos; los hogares rurales y las industrias pagan un precio muy similar.

Al precio actual de la leña para consumo industrial (10 dólares/t), el costo por Mcal resulta en 3.20 dólares, mientras que el precio actual del bunker en Costa Rica es de 9.90 dólares por Mcal (6 colones por litro). Es decir, sin tomar en cuenta el diferencial de eficiencia en calderas de bunker C o de leña, esta última resulta tres veces más barata que el primero.

Cuadro 9

COSTA RICA: DISTANCIA ENTRE LOS BENEFICIOS DE CAFE Y LOS LUGARES  
DONDE SE OBTIENE LA LEÑA, SEGUN REGION

Región	Distancia (kilómetros)		
	Mínima	Promedio	Máxima
Valle Central Urbano	1	7	30
Naranjo/Palmare/San Ramón	1	7	25
Norte de Alajuela	1	9	16
Atenas/Puriscal	1	19	50
Cartago	4	18	30
Los Santos	4	17	40
Turrialba	1	11	55
Pérez Zeledón	5	14	40
Coto Brus	1	6	14
Guanacaste/San Carlos	2	5	6
Promedio	1	10	55

Fuente: CATIE-ROCAP, El consumo de leña en los beneficios de café de Costa Rica, 1986 (CATIE-ROCAP 596-0089).

Cuadro 10

COSTA RICA: FORMA Y LUGAR DONDE SE CONSIGUE LEÑA PARA  
CONSUMO DOMESTICO POR ZONA, 1983

(Porcentajes)

	Total	Zona	
		Urbana	Rural
<b>Forma</b>			
Se recoge de los alrededores	35.9	23.6	39.2
Se compra	24.8	38.5	21.2
Se obtiene por obsequio	23.5	25.3	23.0
Es propia	15.8	12.6	16.6
<b>Lugar</b>			
Cerca de la casa	75.7	58.6	80.2
Aserradero	6.7	12.1	5.3
Otro	10.7	18.4	8.7
No se sabe	6.9	10.9	5.8

Fuente: DEE/US-AID, Encuesta residencial de consumo energético, 1985.

Cúadro 11

COSTA RICA: PRECIOS DE LA LEÑA Y DEL CARBON DE LEÑA, SEGUN TIPO DE CONSUMO  
(Colones por tonelada)

Consumo	1982	1983	1984	1985	1986	1986 <u>a/</u>
Industrial		360 <u>b/</u>		516 <u>c/</u>	460 <u>d/</u>	600
Beneficios	408 <u>e/</u>	510 <u>e/</u>	561 <u>e/</u>	612 <u>e/</u>		700
Salinas		394 <u>f/</u>				600
Residencial		460 <u>g/</u>				700
Urbano		725 <u>g/</u>				1 100
Rural		447 <u>g/</u>				700
Carbón de leña						6 400 <u>h/</u>

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

a/ Estimaciones con base en cifras de este cuadro.

b/ CATIE-ROCAP, Silvoenergía N°14, G. Canet, 1986.

c/ CATIE-ROCAP, Silvoenergía N° 11, E. Rodríguez, 1985.

d/ DGF, G. Canet.

e/ CATIE-ROCAP, El consumo de leña en los beneficios de café de Costa Rica, 1986.

f/ DGF-CATIE-ROCAP, Estudio sobre consumo y mercadeo de leña en pequeñas industrias de la Península de Nicoya, Guanacaste, 1983.

g/ DSE/US-AID, Encuesta residencial de consumo energético, 1985.

h/ Rolando Barrientos.

Ello explica la razón por la que la industria cementera haya convertido sus hornos al uso de leña, para utilizar esencialmente desechos de aserrios.

Los volúmenes de venta anuales de leña y carbón de leña, se evaluaron en 420 millones de colones para 1986. (Véase el cuadro 12.)

#### 5. Aspectos institucionales y legales

La Dirección General Forestal (DGF) ha concentrado sus acciones en organizar el sector forestal, reforzándolo técnicamente y promoviendo la integración de corporaciones.

En 1984, se dedicó a agrupar bajo una misma organización a propietarios de bosques, transportistas y dueños de industrias, lo que le permitió formular más fácilmente una política de manejo y aprovechamiento acorde al recurso existente. Ya se han constituido seis corporaciones regionales.

En ese mismo año, se creó la Cámara de Empresarios Forestales integrada por empresarios privados dedicados a la reforestación quienes, junto con la DGF, se han abocado a revisar la Ley Forestal de 1979. Es así que la deducción del impuesto de la renta en programas de reforestación aumentó de 16,000 a 50,000 colones por hectárea reforestada. En 1987, este incentivo se elevó a 70,000 colones y se prevé un nuevo aumento a 90,000. Cabe señalar que la Ley Forestal vigente no trata a la leña de manera explícita.

A nivel energético (leña propiamente dicha), la DSE ha llevado a cabo en los sectores residencial y agrícola las encuestas y estudios necesarios con el fin de incluir la leña en los balances energéticos que publica anualmente. Además, formuló proyectos para producir carbón vegetal y utilizar leña en gasificadoras.

La DGF es la contraparte nacional del proyecto centroamericano "madeleña" y promueve proyectos dendro-energéticos específicos (plantaciones esencialmente) con varias cooperativas.

Son diversos los proyectos relativos a la leña que en 1986 llevaron a cabo diversas instituciones costarricenses. Destaca el hecho de que aproximadamente el 70% del esfuerzo financiero en este sector estuvo constituido por incentivos fiscales para plantaciones energéticas o de usos múltiples. (Véase el cuadro 13.)

Cuadro 12

COSTA RICA: VOLUMENES DE VENTA DE LEÑA Y CARBON DE LEÑA, 1986

	Consumo (miles de t)	Porcentaje comprado	Precio promedio (colones/t)	Ventas (millones de colones)
<u>Total</u>				<u>418.0</u>
Industrial	160			90.0
Beneficios	98	90 <u>a/</u>	700	61.7
Salinas	31	73 <u>b/</u>	600	13.5
Otros	30	80 <u>a/</u>	600	14.4
Residencial	1 100	25		357.0
Urbano	193	39	1 100	82.7
Rural	908	21	700	133.0
Carbón de leña	22	100	6 400	141.0

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

a/ Cifras estimadas.b/ Dato de 1983.

Cuadro 13

COSTA RICA: PROYECTOS INSTITUCIONALES DE LEÑA, 1986

Institución	Actividad	Presupuesto (millones de colones)
<u>Total</u>		<u>105.5</u>
Incentivo Fiscal	Plantaciones <u>a/</u>	70.0
CATIE · DGF	Plantaciones usos múltiples	13.0
DGF	Dendroenergía para beneficio de café	1.2
DGF	Dendroenergía para salinas	3.1
ITCR	Producción carbón vegetal	1.5
DSE, DGF, ICE	Gasificador Sarapiquí	3.1
DSE, ICE, MAG	Gasificador Buenavista	0.5
INCSA	Uso madera en cementera	9.0
ICATI	Combustión	1.6
ITCR	Gasificador	1.5

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

a/ Suponiendo que 1 000 ha de las 1 800 plantadas anualmente se beneficiaron del incentivo de 70 000 colones/ha.

## II. DESECHOS AGROPECUARIOS

Se consideraron por separado los subproductos de la actividad agropecuaria susceptibles de ser valorizados energéticamente por procesos de combustión directa y por metanización, respectivamente. Los desechos combustibles, sin secado adicional costoso, son los que tienen un bajo contenido en humedad, ya sea por su propia naturaleza, o como consecuencia del proceso agroindustrial que los produce, tales como bagazo, cascarilla de arroz, de cacao, de café y de coquito de la palma africana, olotes de maíz y desechos del algodón.

Los desechos metanizables, que requerirían un secado adicional costoso, son los que tienen un alto grado de humedad, tales como broza (pulpa) de café y desechos pecuarios.

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

a) El recurso

De todos los desechos agrícolas, el bagazo presenta el mayor potencial, ya que representa el 73% de las 1,840 Tcal que corresponden al recurso total identificado y siete veces más que cualquier otro recurso. Son también dignas de consideración las cascarillas de arroz y de café, que representan casi 10%, cada una, del potencial total. (Véase el cuadro 14.)

b) La demanda y el potencial aprovechable

El potencial energéticamente aprovechado en 1985, o sea la demanda, esencialmente industrial, de desechos agrícolas, correspondía al 72% del potencial total. El bagazo participó con 85% de este aprovechamiento, seguido de la cascarilla de café, con 12% (véase el cuadro 15). Cabe mencionar que la cascarilla de arroz y la cascarilla de coquito de nuez de palma africana se valorizaban prioritariamente para fines de tipo alimenticio: alimento de ganado y producción de aceite, respectivamente. Eso demuestra que los productos de la agroindustria, además de su valor energético, tienen otros usos y en consecuencia conviene analizar sus costos de oportunidad en cada caso específico.

Cuadro 14

COSTA RICA: POTENCIAL ENERGETICO (COMBUSTION)  
DE DESECHOS AGRICOLAS, 1985

	Miles de toneladas	Humedad (%)	Poder calorífico (kcal/kg)	Potencial energético	
				Tcal	%
<u>Total</u>				<u>1 840</u>	<u>100.0</u>
Bagazo	735.0	55	1 825	1 340	73.0
Cascarilla de arroz	58.3	10	3 670	168	9.2
Cascarilla de café	37.7	11	4 250	161	8.7
Olote de maíz	24.7	21	3 640	61	3.3
Cascarilla de coquito	12.0	25	4 200	60	3.2
Desecho de algodón	0.19	-	-	44	2.4
Cascarilla de cacao	0.46	-	4 200	2	0.1

Fuente: DSE, Potencial bioenergético de Costa Rica, 1986.

Cuadro 15

## COSTA RICA: APROVECHAMIENTO (COMBUSTION) DE LOS DESECHOS AGRICOLAS, 1985

	Potencial (Tcal)	Potencial aprovechado				Excedente fácilmente aprovechable <sup>a/</sup>		Excedente difícilmente aprovechable <sup>b/</sup>		Ahorros por uso racional del desecho	
		Energía		Otros		%	Tcal	%	Tcal	%	Tcal
		%	Tcal	%	Tcal						
<b>Total</b>	<b>1 840.0</b>	<b>72.0</b>	<b>1 330</b>	<b>1.2</b>	<b>23.0</b>	<b>16.0</b>	<b>291</b>	<b>8.4</b>	<b>155.0</b>	<b>18.0</b>	<b>337.0</b>
Bagazo	1 340.0	84.0	1 130	-		16.0 <sup>e/</sup>	214	-	-	15.0 <sup>d/</sup>	201.0
Cascarilla de arroz	168.0	14.0	24	40.0 <sup>e/</sup>	9.6	14.0 <sup>f/</sup>	24	32.0 <sup>g/</sup>	54.0	...	...
Cascarilla de café	161.0	95.0	153	-		5.0 <sup>h/</sup>	8	-	-	...	136.0 <sup>i/</sup>
Olote de maíz	61.0	10.0 <sup>j/</sup>	6	-		-	-	90.0 <sup>k/</sup>	55.0	...	...
Cascarilla de coquito	60.0	25.0 <sup>l/</sup>	15	75.0 <sup>m/</sup>	11.0	75.0	45	-	-	...	...
Desecho de algodón	44.0	-	-	-		-	-	100.0	44.0	...	...
Cascarilla de cacao	2.3	-	-	100.0 <sup>n/</sup>	2.3	-	-	100.0	2.3	...	...

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

<sup>a/</sup> Se refiere al uso de tecnologías existentes y comprobadas.

<sup>b/</sup> Se refiere al uso de tecnologías poco maduras.

<sup>c/</sup> Para producción de electricidad.

<sup>d/</sup> Mejoramiento de calderas.

<sup>e/</sup> Como relleno para alimentos de ganado.

<sup>f/</sup> Para el secado del arroz.

<sup>g/</sup> Transportado para usos diversos, exceptuando el secado.

<sup>h/</sup> Para el secado.

<sup>i/</sup> Ahorro de leña.

<sup>j/</sup> Cifra estimada.

<sup>k/</sup> Residuos muy diseminados.

<sup>l/</sup> En INCSA.

<sup>m/</sup> Para producción de aceite.

<sup>n/</sup> Como relleno para alimentos animales.

Los recursos aprovechables se consideraron por separado:

i) El recurso, fácilmente aprovechable energéticamente por el uso de tecnologías existentes y comprobadas, llega a 291 Tcal;

ii) El recurso, difícilmente aprovechable energéticamente por el uso de tecnologías aún poco maduras, suma 155 Tcal, y

iii) Los ahorros energéticos alcanzables por un uso más eficiente de los desechos, esencialmente en calderas de bagazo y secadores operando con cascarilla de café, llegan a 337 Tcal.

En resumen, un 34% del recurso es fácilmente aprovechable (16% por aprovechamiento directo y 18% por uso más racional del recurso) y un 8% lo es difícilmente.

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

El potencial energético de los desechos agropecuarios metanizables es de 563 Tcal. Considerando que sólo un porcentaje de este potencial es aprovechable -por razones de costo, de dispersión de los desechos o de dificultad técnica-, en función de los distintos desechos, se estimó un potencial aprovechable de 154 Tcal. Cabe señalar que los 61 digestores de 30 m<sup>3</sup> en promedio, instalados en el país (45% de ellos en funcionamiento), producen en la actualidad 0.2 Tcal por año, o sea menos del 0.1% del potencial aprovechable. (Véase el cuadro 16.)

Cuadro 16

COSTA RICA: POTENCIAL ENERGETICO (METANIZACION)  
DE DESECHOS AGROPECUARIOS, 1985

	Número de animales (miles)	Estiércol o desecho producido (miles de t)	Potencial útil de biogás (millones de m <sup>3</sup> )	Potencial energético Tcal	Potencial aprovechable Tcal	%
<b>Total</b>			<u>104.2</u>	<u>563</u>	<u>154</u>	<u>100</u>
<b>Desechos pecuarios</b>						
Estiércol bovino	481 <u>a/</u>	1 350	50	270 <u>b/</u>	43 <u>c/</u>	28
Estiércol porcino	346	505	26	141 <u>b/</u>	70 <u>d/</u>	45
Desechos avícolas	3 278	98.3	8.5	46 <u>b/</u>	9 <u>e/</u>	6
<b>Desechos agrícolas</b>						
Broza café	-	131	19.7	106 <u>b/</u>	32 <u>f/</u>	21

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

a/ Hembras.b/ 5.4 Mcal/m<sup>3</sup> biogás.c/ 30% lecheras.d/ 50% por razones de contaminación.e/ 20% por dificultad técnica.f/ 30% prioritariamente en los beneficios que consumen diesel.

## III. BIOMASA: SINTESIS DE LOS RECURSOS

El potencial de biomasa aprovechable en Costa Rica es superior al actualmente aprovechado y este último es todavía 4.4 veces inferior a la suma de los recursos aprovechables y potenciales. (Véase el cuadro 17.) Por lo tanto, salvo en regiones y para usos específicos, la demanda ha sido, por lo general, fácilmente satisfecha por los recursos existentes hasta la fecha.

Sin embargo, las tendencias de consumo de leña observadas en el sector industrial (fuerte crecimiento en los últimos cinco años) y la deforestación preocupante que están sufriendo los últimos bosques naturales existentes, hacen recomendable que se tomen medidas adecuadas en las zonas más frágiles en cuanto al equilibrio demanda-oferta y que se siga constantemente la evolución de este equilibrio a nivel nacional y regional.

Las recomendaciones originadas por los resultados de este documento de diagnóstico se recopilarán en un documento distinto de lineamiento de proyectos.

Cuadro 17

COSTA RICA: RECURSO APROVECHADO, APROVECHABLE  
Y POTENCIAL DE BIOMASA  
(Teracalorías)

	Aprovechado	Aprovechable	Potencial <u>a/</u>
<u>Total</u>	<u>5 420</u>	<u>7 250</u>	<u>16 600</u>
Leña	4 090 <u>b/</u>	6 470 <u>c/</u>	16 000
Desechos agrícolas (combustión)	1 330	628 <u>d/</u>	155 <u>e/</u>
Desechos agropecuarios (metanización)	-	154	409

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

a/ Se refiere al potencial no aprovechado y difícilmente aprovechable.

b/ Corresponde a la demanda.

c/ Corresponde a la oferta tradicionalmente aprovechable.

d/ Corresponde a desechos fácilmente aprovechables y uso más eficiente de los mismos.

e/ Corresponde a desechos difícilmente aprovechables.