

Cosechando energía

Dr. Juan Villalvazo Naranjo

I) Introducción

Con el labrado de la tierra el agricultor cosecha año tras año una gran cantidad de productos de ella. Bajo el mismo significado es de entenderse el concepto de “Cosechar Energía”, el cultivo del bosque, para que en el momento de su cosecha obtengamos energía. Esto quiere decir que al igual que el petróleo y el gas natural, el producto del bosque que es la madera, también es una sustancia portadora de energía.

Esto sin embargo no es novedad, sobre todo si hablamos de la madera como un combustible utilizado para la calefacción del hogar y el cocinado de nuestros alimentos. El interés de hablar de la madera como combustible se inicia en el momento de usarla en la industria. Este interés crece aún más en la época actual, cuando se tiene plena conciencia de lo limitado que están los combustibles fósiles no renovables y el creciente consumo que de ellos se está teniendo.

En 1870 aparecen las primeras informaciones estadísticas sobre el consumo de energéticos en los Estados Unidos de Norteamérica, correspondiendo en este año el 82% del consumo total a la madera. El cuadro No. 1 muestra como a partir de entonces, el consumo de madera como combustible empieza a disminuir, así como la aparición de nuevas fuentes de energía como lo son: el petróleo, el gas natural, y la hidroelectricidad. A partir de 1960 también inicia su aparición la energía nuclear y a partir de 1970 con la crisis de abastecimiento de petróleo a occidente, se inicia un programa de optimización del uso de los combustibles fósiles y hacen su aparición los primeros prototipos industriales para el aprovechamiento de la energía solar, de la madera en forma sólida y de combustibles líquidos y gaseosos, así como para el aprovechamiento térmico de los residuos agrícolas.

AÑO	COMBUSTIBLE *					TOTAL
	MADERA	CARBÓN	PETRÓLEO	GAS NATURAL	HIDROELECTRICA	
1870	731 (82%)	252	----	---	---	983
1880	731 (58%)	504	25	---	---	1 260
1890	630 (35%)	1 003	50	76	---	1 789
1900	504 (21%)	1 714	50	76	76	2 420
1910	479 (11%)	3 200	252	126	126	4 183
1920	403 (8%)	3 906	655	202	202	5 368
1930	378 (7%)	3 427	1 361	504	202	5 670
1940	353 (6%)	3 150	1 890	680	227	6 300
1950	302 (3%)	3 251	3 402	1 562	353	8 870
1960	189 (2%)	2 545	5 065	3 200	428	11 427

* En Kcal x 10¹²

C.1 CONSUMO DE ENERGÍA DE 1870 A 1960 EN LOS E.E.U.U. (Tillmann, D., Wood as Energy Resource, 1978).

Una vez que se a tocado el concepto “energía” es conveniente hablar de ella tal como la literatura mundial le está haciendo. La fig. No. 1 muestra las fuentes de donde proviene toda la energía que ahora conocemos y manejamos, siendo éstas: la radiación solar, la energía gravitacional y la terrestre.

FUENTES	LIMITADA	RENOVABLE
S O L A R	Fósiles Carbón mineral Gas natural Petróleo Turba	B I O M A S A - NO FORESTAL Pajas Caña de azúcar Frutos oleaginosos - FORESTAL Leña Carbón Metanol-etanol Gases combustibles E O L I C A H I D R I C A
	GRAVITACIONAL	M A R E A S
TERRESTRE	NUCLEAR	GEOTERMICA

Fig. 1 Fuentes de energía y sus formas

La división de las fuentes de energía en “Convencional” y “no Convencional” tal como lo cita la literatura especializada lo muestra en la fig. No. 2. Dentro de las fuentes de energía no convencional encontramos la procedente de la “Biomasa”, que es la que nos ocupará la atención esta noche.

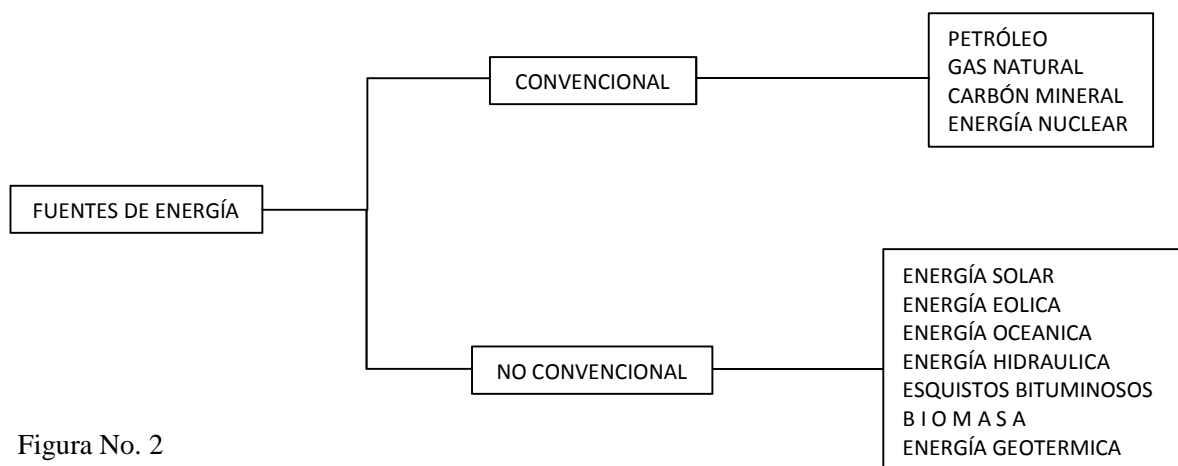


Figura No. 2

La fig. No. 3 muestra una división de la fuente de energía “Biomasa” en “Forestal” y “No Forestal”, siendo precisamente la energía de origen forestal, la que más específicamente será comentada en el presente trabajo.

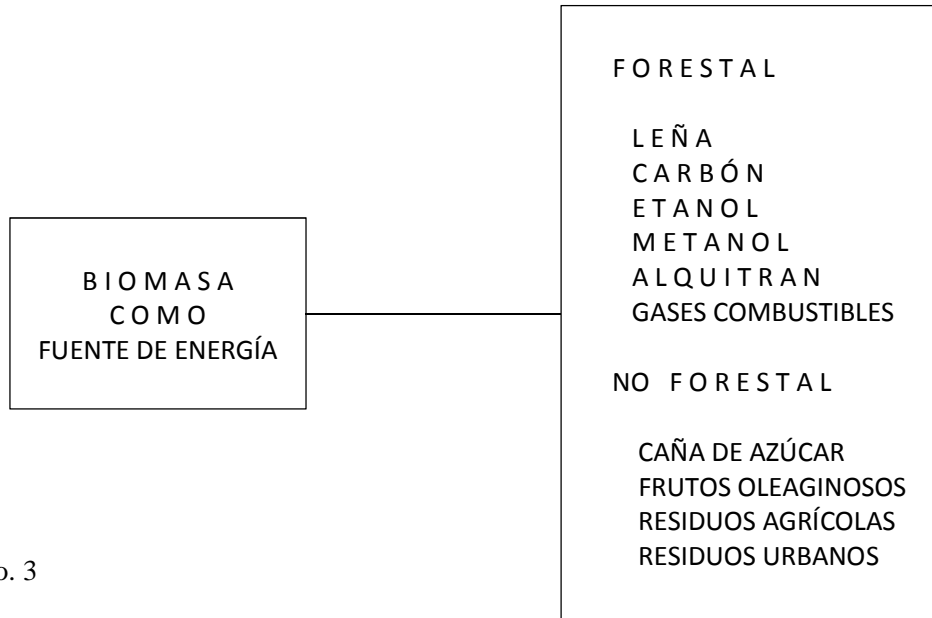


Figura No. 3

II) La fotosíntesis

Al principio se citó que la “Biomasa” tenía su origen a partir de la radiación solar, pero ¿cómo es que esto ocurre? o ¿qué ha estado ocurriendo?

Hace millones de años microorganismos muy primitivos llamados algas empezaron a experimentar el proceso de la fotosíntesis. Estas celdas naturales de energía solar se fueron adaptando poco a poco, por autoselección y evaluación. Las formas primitivas desaparecieron y aparecieron modelos de células más eficientes y productivas, de acuerdo con su ambiente y forma particular de vida. El fruto de esta evolución cubre ahora valles y montañas en nuestro alrededor, siendo éste, los árboles de todas especies como los encinos, los pinos, los eucaliptos y los árboles que cubren las selvas tropicales del planeta.

La clorofila es la substancia responsable de transformar la energía del sol en materia orgánica, utilizando para esto sólo dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O). La fig. 4 muestra la explosión química de lo anterior. La mitad de la energía que absorbe la planta se consume en su propio sistema de vida. El resto de la energía se almacena en forma de almidón y de tejido celular, constituyendo las fibras de celulosa de la madera y todas las demás substancias que integran la estructura leñosa del árbol, incluyendo resinas, colorantes y substancias aromáticas que caracterizan a cada especie.

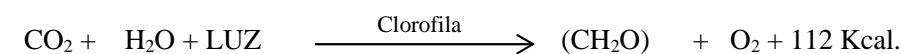
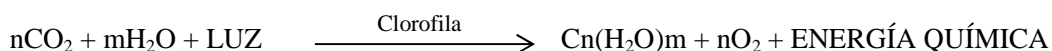


Figura No. 4

La fig. 5 representa esquemáticamente el proceso de la fotosíntesis y la compara con la generación de energía eléctrica a través de un proceso de caídas de agua.

Pero veamos en cifras lo que significa la radiación solar, la energía de la tierra y de los océanos ahora en nuestros días. La fig. No. 6 muestra un balance de energía en la tierra, y en él se puede apreciar que la energías diferentes a la de la radiación solar, prácticamente no tienen ningún significado. Aquí mismo se pueden observar que la energía solar almacenada por las plantas anualmente representa el 0.02% del total de la energía irradiada por el sol, siendo esto 30 veces mayor que el equivalente en toneladas de la madera cosechada en todo el mundo en 1977.

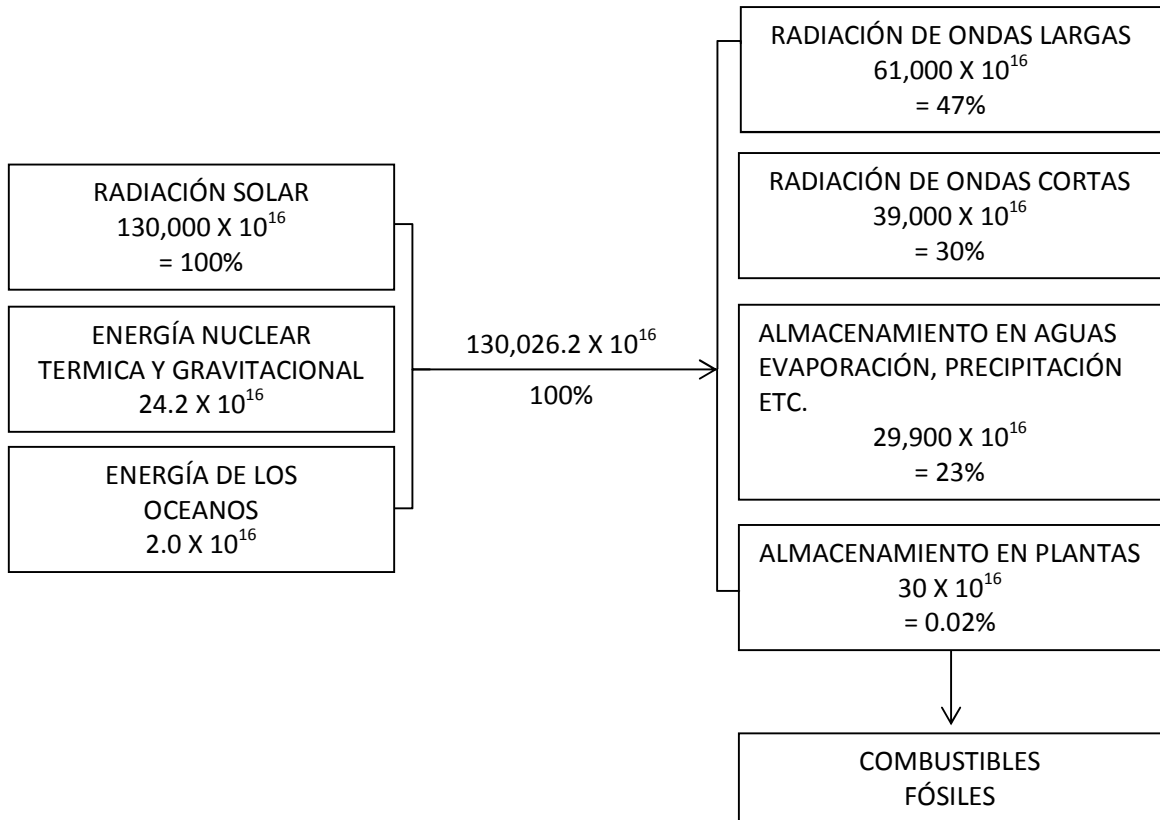


Fig. No. 6 BALANCE DE ENERGÍA EN LA TIERRA (Kcal/Año)

En cuadro No. 2 muestra la distribución de la superficie del planeta en millones de kilómetros cuadrados, y el rendimiento del carbono procedente de la fotosíntesis de estas superficies; observándose que el mayor rendimiento por año procede de las áreas viscosas, las cuales representan alrededor del 8.7% de la superficie total del planeta.

TIPO DE VEGETACIÓN	ÁREA (106 Km ²)		RENDIMIENTO ANUAL DE CARBONO (t/Km ²)	RENDIMIENTO TOTAL DE CARBONO (10 ⁹ t/AÑO)
BOSQUES	44	8.7%	250	11.0
CAMPOS	31	6.2%	35	1.0
CULTIVOS	27	5.4%	150	4.0
DESIERTOS	47	9.4%	5	0.2
OCEANOS	361	70.3%	---	---
TOTAL:	510	100.0%	(440)	(16.2)

C.2 RENDIMIENTO TOTAL DE CARBONO DE LA FOTOSÍNTESIS EN LA TIERRA.
(SIN TOMAR EN CUENTA AL PRODUCIDO EN LOS OCEANOS).

D.E. EARL (1975).

III) Las fuentes de energía

Con el objeto de encontrar la significación actual y futura de las reservas forestales en el campo de los energéticos, veamos cual es la situación que guarda el consumo de energéticos y cual será su situación futura.

En 1980 el consumo global de energía en sus diferentes formas en México fue equivalente a 544 millones de barriles de petróleo habiéndose distribuido el uso de está energía en forma muy parecida a la que muestra la fig. No. 7. El cuadro No. 3 muestra que la energía aplicada para generar electricidad fue del orden del 23%, siendo equivalente a 46 millones de toneladas de madera. Esta cifra es cuatro veces mayor que el consumo total de madera que se tuvo en 1980 y que fue superior a los 11 millones de metros cúbicos de madera. El mismo cuadro muestra que para el año 2000 el consumo global de energía será equivalente a 2204 millones de barriles de petróleo, que es casi 4 veces mayor que el consumo de 1980 y que el de electricidad será casi 6 veces mayor que el de 1980. ¿Cómo hará el país para sostener un crecimiento como el que nos están señalando las estadísticas y que aún está dentro de los pronósticos conservadores?

Si analizamos el panorama de la generación de electricidad a través de caídas de agua, vemos que en 1980 existen en México 84 plantas hidroeléctricas que generan el 34% de la energía eléctrica que se produce. Que en 1977 se identificó un potencial hidroeléctrico del país de 172 000 millones de kilowatts, incluyendo proyectos de operación y correspondiendo a 541 proyectos ubicados en el territorio nacional. De acuerdo con estimaciones optimistas, hasta el año 2000 se pondrán generar aproximadamente el equivalente a la mitad del potencial hidroeléctrico, de no encontrarse problemas para arrancar 85 proyectos hidroeléctricos y aún así la hidroelectricidad sólo contribuirá con el 20% de las necesidades esperadas de energía para ese entonces. IEPES (1982).

CLASE DE USO	(%)
Industrial	55.9
Transporte	30.4
Residencial	8.2
No energéticos	3.6
Agrícola	0.8
Otros usos	1.1
T o t a l :	100.0

FIG. No. 7
 CLASIFICACIÓN DEL USO DE LOS ENERGÉTICOS
 POR CLASE EN 1977, EN MÉXICO.
 (Ciencia y Desarrollo, No. 31, 1980. p. 108-116).

AÑO	CONSUMO GLOBAL DE ENERGÍA (Kcal x 10 ¹²)	(Barriles de Petróleo x 10 ⁶)	CONSUMO PARA GENERAR CORRIENTE ELECTRICA (Barriles de Petróleo x 10 ⁶)	(Ton. De Madera seca x 10 ⁶)	(% del total)
1980	798	544	127	46	23
1985	1 146	781	197	71	25
1990	1 645	1 121	305	110	27
1995	2 307	1 572	474	172	30
2000	3 235	2 204	735	266	33

C.3 CONSUMO PROBABLE DE ENERGÍA EN MÉXICO EN EL AÑO 2000 Y SU EQUIVALENCIA EN BARRILES DE PETRÓLEO Y MADERA.

Así como crecerá la industria eléctrica deberán crecer la siderúrgica, la de la construcción, la de celulosa y papel, la alimentaria y otras mucho más, tal como lo señala el Plan Nacional de Desarrollo Industrial, como una consecuencia asociada a múltiples factores, entre los que se encuentran el crecimiento de la población y la época de desarrollo acelerado que vive nuestro país.

El cuadro No. 4, muestra la procedencia de la energía que se consumirá en México en el año 2000 y el cuadro No. 5 la procedencia de la energía que se consumirá en el mundo en el año 2030, observándose una columna para un pronóstico bajo y otra para un pronóstico alto.

	AÑO 1978 (%)	AÑO 2000 (%)
Petróleo y gas natural	85.5	---
Hidroeléctricidad	9.1	6.3
Carbón mineral	5.1	14.3
Geotérmica	0.3	2.7
Hidrocarburos + nuclear	---	76.7
TOTAL:	100.0	100.0
Equivalente en barriles de petróleo	486 x 10 ⁶	2 204 x 10 ⁶

C.4 PROCEDENCIA DE LA ENERGÍA EN EL AÑO 2000 Y SU VALOR TOTAL EN EQUIVALENTES DE BARRILES DE PETRÓLEO.

(Ciencia y Desarrollo, No. 31, 1980, p. 108-116).

	PRONOSTICO BAJO (TON. DE HULLA x 10 ⁶)		PRONOSTICO ALTO (TON. DE HULLA x 10 ⁶)	
		(%)		(%)
Carbón mineral	6 450	29.1	11 980	33.6
Petróleo	5 020	22.6	6 830	19.2
Gas natural	3 470	15.6	5 970	16.8
Energía nuclear (Reactores de agua ligera)	1 890	8.5	3 211	9.0
Energía nuclear (Reactores)	3 280	14.8	4 800	13.7
Energía hidráulica	1 460	6.6	1 460	6.6
Energía solar	300	1.4	490	1.3
Otras fuentes	300	1.4	810	2.3
TOTAL	22 170	100.0	35 631	100.0

C.5 CONSUMO Y DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO PROBABLE DE ENERGETICOS EN EL MUNDO PARA EL AÑO 2030.

(Nov. Cient. Alemanes, Vol. XIII, Núm. 1 181a).

La fig. No. 8 muestra esquemáticamente el tamaño de las reservas energéticas de que dispone la tierra en combustibles no nucleares. Se observa claramente que viene la era del carbono. Sin embargo, ni las reservas actuales de petróleo de México y del mundo, son exclusivamente de aceites ligeros (comerciales), ni las reservas de carbón, localizadas principalmente en los países desarrollados y la Unión Soviética son de la mejor calidad.

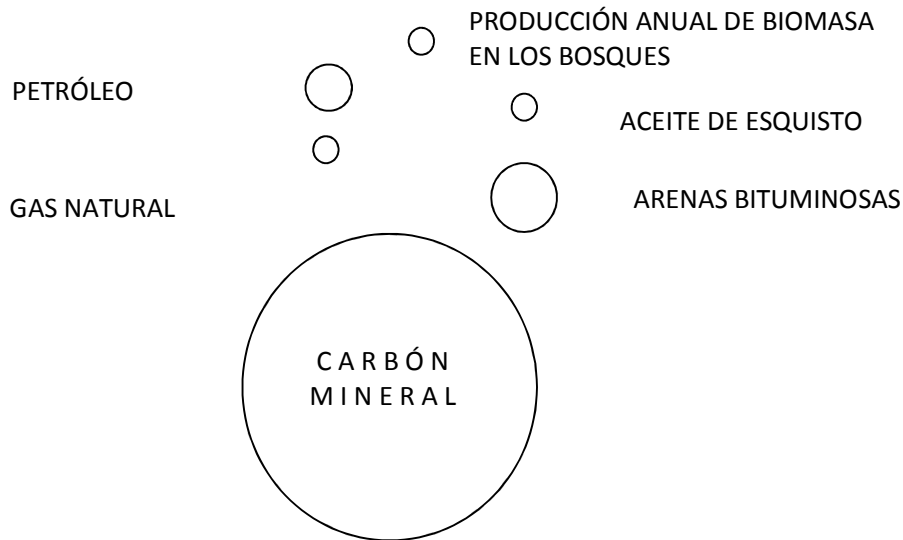


FIG. No. 8
REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS RESERVAS MUNDIALES
DE ENERGÍA

Lo cierto es que cada día el costo de extracción y refinación de estos energéticos será mayor y que los países en desarrollo más prontamente se verán desprovistos de sus reservas de energía fósil o del carbón mineral.

Hace millones de años, la tierra se dió a la tarea de almacenar la energía solar mediante la fosilización de la materia orgánica que estaba sobre su superficie. Hoy tan sólo en 100 años habremos de agotar estas reservas quemándolas en forma de gasolinas, aceites y gases para la generación de electricidad, para el transporte y para el calentamiento de nuestros hogares y alimentos.

La madera definitivamente no podrá cubrir el déficit mundial de energía que está por presentarse, aunque para algunos países esto será posible.

IV) La madera como fuente de energía

Las estadísticas actuales poco hablan de la madera, como un energético de importancia industrial, y la colocan dentro de la fracción asignada a "otras fuentes no convencionales de energía". Sin embargo, veamos el significado de la madera dentro de esta encrucijada.

Ya se había dicho al principio que hace poco más de un siglo, la madera era el principal combustible de uso industrial en los Estados Unidos de Norteamérica. En la actualidad si observamos la relación que guarda la madera total cosechada durante los últimos diez años en el mundo, frente a la utilizada en forma de leña y carbón para combustible, vemos que tiene mucha significación; ya que representa alrededor del 46%, tal como lo muestra el cuadro No. 6 y la fig. No. 9. La madera es para una gran parte de la población mundial no sólo una fuente opcional de energía, sino que la única.

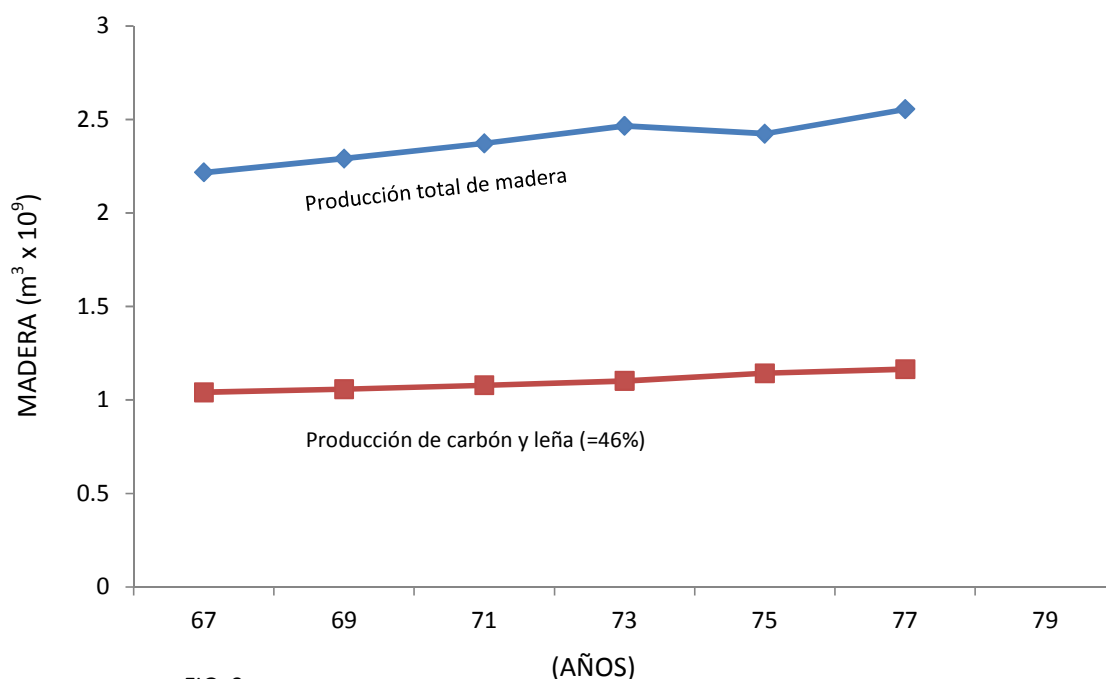


FIG. 9
PRODUCCIÓN MUNDIAL DE MADERA EN ROLLO TOTAL Y
PRODUCCIÓN DE CARBÓN Y LEÑA PARA COMBUSTIBLE.
(FAO. yearbook of forest products. 1966 - 1977)

	MADERA TOTAL (m³ x 10 ⁶)	MADERA PARA CARBON Y LEÑA (m³ x 10 ⁶)	(% DEL TOTAL)
1967	2 217	1 041	46.9
1969	2 291	1 058	46.2
1971	2 372	1 079	45.5
1973	2 466	1 102	44.7
1975	2 424	1 143	47.1
1977	2 555	1 165	45.6
Inc. Prom. Anual	+2.9%	+2.3	

C.6 PRODUCCIÓN MUNDIAL DE MADERA EN ROLLO TOTAL Y PRODUCCIÓN
DE CARBÓN Y LEÑA PARA COMBUSTIBLE.
(FAO).

La madera como fuente primaria de energía posee un poder calorífico de 4 700 Kcal/Kg., cuando está seca; teniendo un valor de 3 500 Kcal/Kg. cuando está húmeda (25 – 30%H), según lo muestra el cuadro No. 7.

COMBUSTIBLE	PODER CALORIFICO (Kcal/Kg)
Parafina	10 400
Aceite combustible	9 800
Carbón vegetal	7 000
Madera seca	4 700
Lignito	4 000
Madera (25 - 30% de humedad)	3 500

C.7 PODER CALORIFICO DE ALGUNOS COMBUSTIBLES

Debido a su estado físico natural, la madera posee muchas desventajas para su manejo económico en la industria como energético, teniendo además un poder calorífico mucho más bajo que el petróleo y demás aceites combustibles, así como de algunos carbones minerales.

Tradicionalmente se ha empleado a la madera en equipos domésticos para el calentamiento de agua y para el cocinado de los alimentos, siendo estos equipos los que ofrecen eficiencias térmicas más bajas. Normalmente la eficiencia térmica en equipos de calentamiento o calderas de fuerza varía de un 15% hasta un 85%, dependiendo de las dimensiones del equipo y el tipo de combustible a utilizar.

Sin embargo, el uso de la madera o del carbón vegetal como combustibles, en lugar de carbón mineral, hacen que se elimine el 75% de las cenizas contaminantes del aire así mismo reduce el dióxido de azufre (SO₂) atmosférico y las emanaciones de CO₂, que conducen a las lluvias ácidas y que son de los contaminantes con predicción catastrófica para el futuro de la vida en la tierra.

De esta forma la madera se convierte en una fuente de calor SEGURA, DISPONIBLE, BARATA, RENOVABLE y VERSATIL. Sin embargo el aprovechamiento energético de la leña y del carbón deberán mejorarse notablemente.

La madera como combustible es una fuente primaria de energía pero a partir de ella es posible también obtener como se menciono anteriormente carbón, metanol, ácido piroleñoso, alquitrán y gases combustibles, todos conocidos como fuentes secundarias de energía y con poderes caloríficos superiores a los de la madera.

El cuadro No. 8 muestra los productos que se obtienen en un proceso tradicional carbonización de la madera. El cuadro No. 9 presenta los productos de carbonización de 1000 toneladas de corteza en base seca a 460°C. El cuadro No. 10 presenta los productos de la gasificación de la corteza a 810°C. La fig. No. 10 muestra los compuestos procedentes de la carbonización y gasificación de la madera.

Mediante el proceso de gasificación de la madera es posible obtener amoniaco y metanol. Cuando se gasifican mediante el proceso térmico 1000 toneladas de madera en base seca, después de las respectivas reacciones de los gases, es posible obtener 570 toneladas de amoniaco (NH₃) y 464 toneladas de metanol (CH₃OH).

PRODUCTO	RENDIMIENTO (%)
CARBON	37.8
ALQUITRAN	8.1
METANOL	1.0
ACETONA	0.2
ACIDO ACETICO	3.2
GASES Y AGUA	49.7
TOTAL:	100.0

C.8 PRODUCTOS DE LA CARBONIZACIÓN DE LA MADERA
(The Chemical Technology of Wood, Wenzel, J. 1970)

PRODUCTOS	CANTIDAD
CARBÓN	340 t.
ALQUITRAN	135 t.
METANOL	30 t.
ACETONA	10 t.
ACIDO ACETICO	12 t.
AGUA	316 t.
GAS DE MADERA	157 t.
CO ₂	28.7%
CO	27.4%
CH ₄	37.4%
H ₂	5.0%

C.9 PRODUCTOS DE UN PROCESO DE CARBONIZACIÓN DE
1000T. DE CORTEZA A 460°C.

Mediante la hidrólisis ácida de la madera también es posible obtener primeramente azúcares y lignina y posteriormente si se desea, alcohol y proteínas a partir de los azúcares, o carbón a partir de la fig. No. 11 muestra los productos y subproductos de la hidrólisis ácida de la madera.

Debido a que el contenido de carbón de la lignina es superior al de los carbohidratos, ésta posee un poder calorífico superior al promedio de la madera. La fig. No. 12 muestra la relación existente entre el contenido de carbón de los compuestos y su poder calorífico.

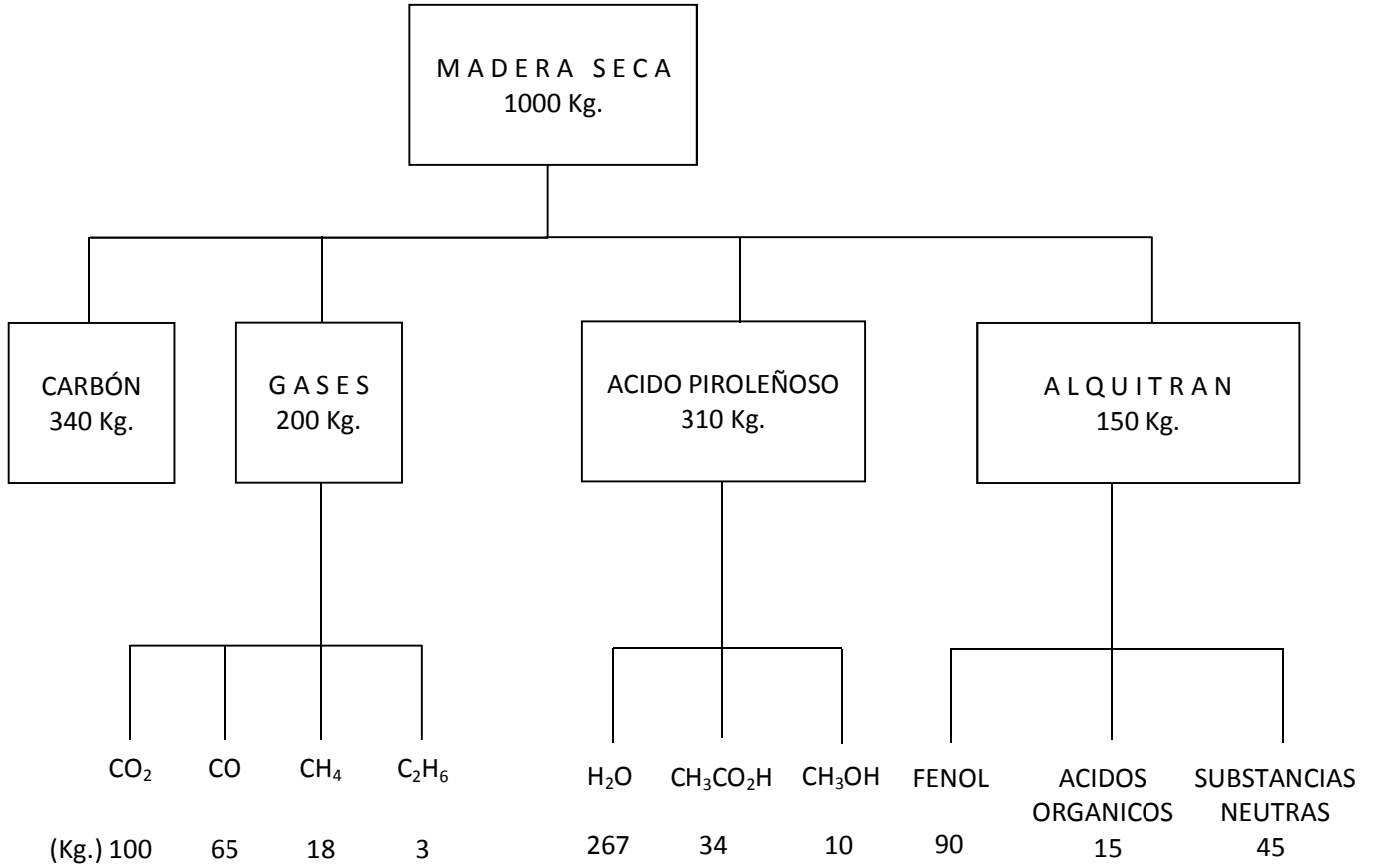


FIGURA NO. 10

PRODUCTOS	CANTIDAD
ALQUITRAN	8.0%
CENIZAS	2.5%
GAS	89.5%
H ₂	25.5%
CO	27.7%
CO ₂	21.2%
CH ₄	16.9%
C ₂ H ₄ Y DEMAS	8.7%

C.10 PRODUCTOS DE UN PROCESO DE GASIFICACIÓN DE CORTEZA A 810°C.

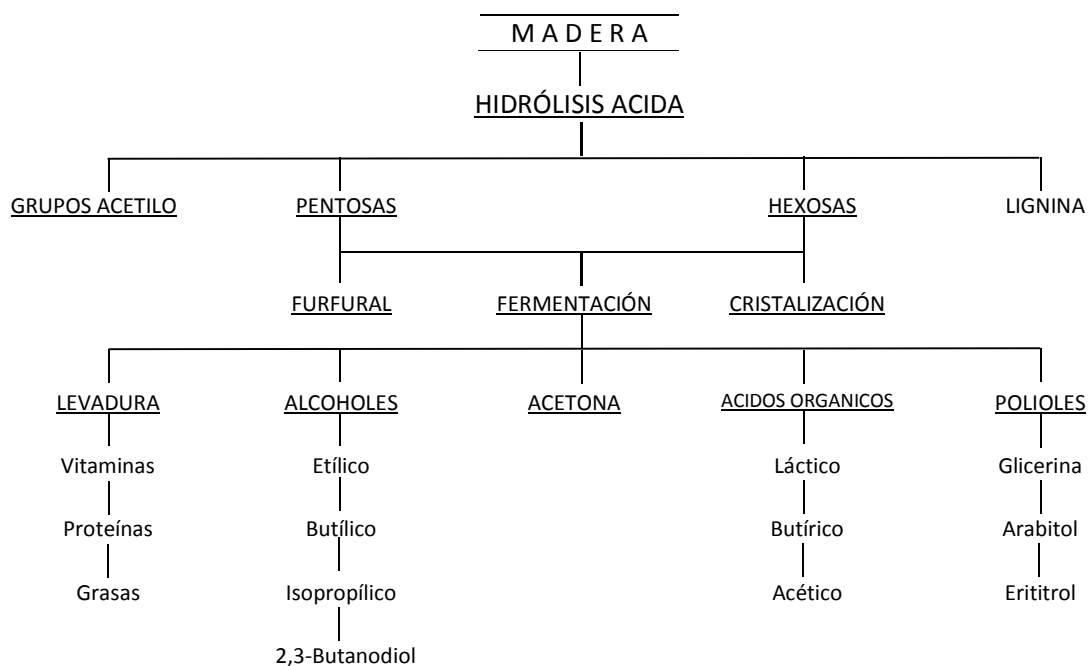


FIG. No. 11 Productos y subproductos de la hidrólisis ácida de la madera.

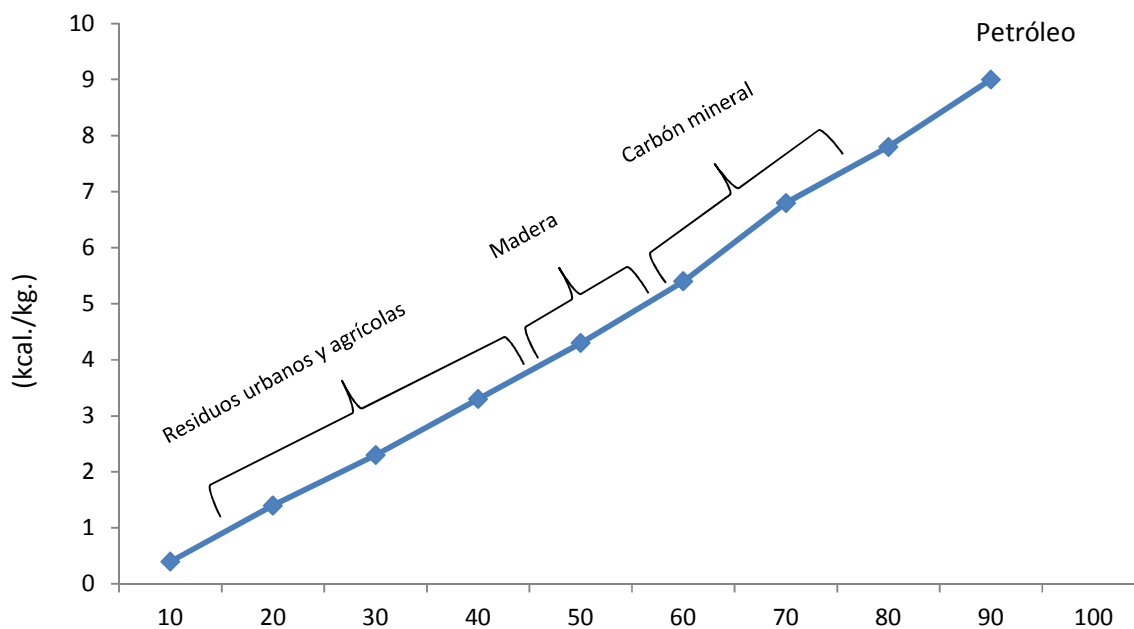


FIG. NO. 12 CONTENIDO DE CARBÓN Y PODER CALORIFICO DE ALGUNOS COMBUSTIBLES

El cuadro No. 11 muestra el equivalente térmico de 100 Kg. de madera seca frente a otros energéticos, lo cual nos da una idea de volumen y peso de otros combustibles el compararlos con la madera.

COMBUSTIBLE	EQUIVALENCIA
Gasolina	54 litros
Petróleo	58 litros
Etanol	87 litros
Carbón vegetal	72 kilogramos
Metanol	119 litros
Madera seca	100 kilogramos
Bagazo de caña seco	106 kilogramos
Corteza de pino	110 kilogramos
Madera húmeda	120 kilogramos

C. 11 EQUIVALENTE DE 100 KG. DE MADERA SECA FRENTE A OTROS ENERGÉTICOS.

V) El bosque de energía

Con el nombre de bosque de energía se designa a aquel sistema que tiene como objetivos la producción de Biomasa Forestal, en donde interesa producir la mayor cantidad de madera por hectárea, en el menor tiempo posible, procurando también una mayor intensidad de uso de la tierra, tomando en cuenta el principio de que el árbol es el dispositivo más perfecto de almacenamiento de energía solar.

La utilización de la madera para cualquier fin, aprovechando los recursos nativos del país, debe ser una costumbre que corresponda ya a épocas pasadas. En los años 60 surgió en la República de Brasil una política de incentivos fiscales para apoyar la realización de plantaciones forestales, habiendo tenido una gran aceptación. El cuadro No. 12 muestra la evolución de las plantaciones técnicas hechas en Brasil de 1967 a 1979. CETEC (1980).

Con base en recomendaciones de la FAO y con apoyo del Banco Mundial se han iniciado plantaciones en diversos países con diversos fines, incluyendo en primera línea el de energéticos. Sin embargo existen grandes diferencias entre las plantaciones que se hacen anualmente y las que debieran hacerse, de acuerdo con las necesidades futuras de madera que manifiestan muchos países. El cuadro No. 13 muestra lo antes expuesto.

De esta forma la actividad forestal empieza a perder su sentido negativista y antieconómico y está pasando a forma un campo dinámico de estructura productiva, capaz de generar riqueza de forma permanente y de proporcionar estabilidad y bienestar social en el campo.

La actividad de crear bosques está ligada íntimamente a 4 factores, cada uno de ellos de gran importancia. Estos factores son el social, el económico, el político y el técnico.

El factor social se asocia con la mano de obra disponible, con la migración de los pobladores rurales a las áreas urbanas y con la necesidad de conformar un hábitat para los moradores de estas regiones, que no provoque alteraciones violentas en sus valores culturales.

AÑO	SUPERFICIE (ha)
1967	34 759
1968	102 909
1969	162 383
1970	222 005
1971	248 467
1972	304 356
1973	294 203
1974	324 378
1975	398 239
1976	469 199
1977	311 000
1978	444 863
TOTAL:	3 728 454

C. 12

PLANTACIONES TÉCNICAS REALIZADAS EN BRASIL DE
1967 A 1978.
(CETEC, 1980).

	FORESTACIÓN ANUAL REQUERIDA (ha)	FORESTACIÓN ANUAL ACTUAL (ha)	FORESTACIÓN ANUAL PARA EL AÑO 2000 (ha)	SUPERFICIE FORESTADA EN EL AÑO 2000 (ha)	SUPERFICIE FORESTADA FRENTE A LA REQUERIDA %
Ruanda	13 000	1 500	260 000	30 000	11.5%
Burundi	5 400	1 500	108 000	30 000	27.8%
Malawi	13 000	2 500	260 000	50 000	19.2%
Tanzania	20 000	2 500	400 000	50 000	12.5%
Sierra Leona	2 500	500	50 000	10 000	20.0%
Niger	3 500	500	70 000	10 000	11.3%
Mali	4 000	500	80 000	10 000	12.5%
Nigeria	100 000	10 000	2 000 000	200 000	10.0%
Etiopía	50 000	1 000	1 000 000	20 000	2.0%
Nepal	50 000	5 000	1 000 000	100 000	10.0%
Tailandia	75 000	10 000	1 500 000	200 000	13.3%
India	250 000	20 000	4 000 000	400 000	8.0%
Afganistán	50 000	1 000	1 000 000	20 000	2.0%
Perú	20 000	5 000	400 000	100 000	25.0%
Ecuador	13 000	2 000	260 000	40 000	15.4%
	669 400	63 500	13 390 000	1 270 000	9.5%

C.13 FORESTACIÓN ACTUAL Y REQUERIDA EN MADERA PARA COMBUSTIBLE EN QUINCE PAISES EN DESARROLLO.

El factor económico se asocia con el aprovechamiento de grandes superficies con vocación forestal que no han sido aprovechadas económicamente, con la generación de materias primas de calidad para la obtención de productos que sustituyan importaciones y con la formación de un entorno de trabajo que genere una actividad económica y que ayude a ser autosuficiente en sus necesidades básicas a una región.

El factor político se asocia con las dos anteriores al dar ocupación a una fuerza de trabajo que supera a la oferta de empleos, al producir bienes que sustituyen importaciones y la dependencia económica del exterior y al asegurar para el futuro una fuente de energía y materias primas renovable y suficiente para los requerimientos del país.

El factor técnico se asocia con la generación oportuna de una tecnología propia y con el desarrollo de recursos humanos y materiales que hagan posible poco a poco el lograr cada vez mayores eficiencias técnicas y económicas del ciclo completo que representa la actividad de crear bosques artificiales.

Enfocado ahora un poco el factor técnico, se pueden distinguir las etapas que constituyen la formación, explotación y mantenimiento de un bosque. Dichas etapas son:

- Producción de planta.
- Preparación del suelo.
- Operaciones de plantío.
- Cuidados de la plantación.
- Explotación forestal.
- Manejo del bosque, y
- Mejoramiento forestal.

La producción de la planta se inicia con la selección de las semillas y la creación de las camas de germinación o almácigos y termina con la formación del arbolito, listo para ser llevado a su lugar definitivo en la plantación. Para esta etapa la planta tendrá de 25 a 30 cm. de altura.

La preparación del suelo primero es observada de acuerdo a su estructura física y a su topografía, procediéndose también al desmonte, tratamiento contra hormigas y arado o subsuelo de la tierra.

En las operaciones de plantío, se toma en cuenta el espaciamiento, la alineación del plantío y el mejoramiento del suelo. La productividad de la plantación dependerá básicamente de dos factores: de la semilla utilizada, que debe ser producto de una buena selección y manejo genético y del suelo mismo, que se mejora mediante su tratamiento previo y fertilización.

Los cuidados de la plantación normalmente son más intensivos durante los primeros tres años de vida, procurando principalmente la eliminación de vegetación competitiva, la cual se hace por medios manuales, mecánicos y químicos.

La explotación forestal se asocia a un cúmulo de factores, en donde también básicamente el punto de partida de su planeación es la política a seguir respecto a la forma de cosecha. ¿Se hará

ésta dando especial atención a la mano de obra o mediante la optimización de procesos mecanizados?

El manejo del bosque y el mejoramiento forestal, son dos actividades que normalmente se toman en cuenta dentro de las operaciones anteriores sobre todo en países que gozan de una tradición forestal. Pero en países como el nuestro, es necesario considerar en forma separada estos conceptos, debido a las características de nuestros suelos potencialmente forestales, así como al tamaño mismo de nuestro país, incluyendo la localización de los mercados. No hay que olvidar que durante los próximos 50 años se manifestará en México una actividad constante de crecimiento y superación tecnológica forestal.

Considerando que en México se iniciará un programa altamente prioritario de plantaciones forestales y se logrará una reforestación de 300 000 hectáreas anualmente, se requerirá de aproximadamente 30 toneladas de semilla tomando en cuenta de que se ocuparía un Kg. de semilla para cada 10 hectáreas de terreno. Una cantidad tan grande es muy difícil de abastecer. Así mismo se ocuparían anualmente 1200 millones de plantas, lo que equivale a producir 137 mil plantas por hora. De esta forma en el año 2000 se tendrían forestadas 5 millones 400 mil hectáreas, que representan el 12% de los 44 millones de hectáreas pobladas forestalmente con que cuenta el país, y el 4% de la superficie potencial forestal que es de 135 millones de hectáreas.

VI) Conclusiones

Mediante la implementación de plantaciones energéticas, técnica y económicamente planeadas, se puede incrementar la producción de biomasa para fines energéticos considerablemente. Sin tomar en cuenta su valor potencial en la obtención de materias primas industriales que sustituyan a los productos derivados del petróleo o procedentes del carbón mineral, como son los plásticos, el metanol, el carbón vegetal, utilizable también en la fundición de acero y una gran cantidad de alimentos y sustancias químicas.

En el año 2000 el 14% de la energía que se consume en México procederá del carbón mineral y se utilizará en su mayor porcentaje para la generación de energía eléctrica. Este 14% de energía es equivalente a 308 millones de barriles de petróleo y a 112 millones de toneladas de madera seca, que es un valor 10 veces superior a la cantidad de madera cosechada en México en 1980. De la misma forma es posible evitar las importaciones de carbón mineral para fundición que se tengan para ese año. Para producir una tonelada de acero se requiere de 2.5 metros cúbicos de carbón vegetal.

Las necesidades de madera del futuro, bien sea para fines energéticos o como fuente de materias primas para la industria química, de la construcción o mueblera, son por demás evidentes, por lo que se hace necesaria la atención inmediata de este importante sector de la economía mexicana.

El incremento de la producción de madera puede también lograrse tomando en cuenta las siguientes recomendaciones:

- 1) Aprovechamiento de especies latifoliadas no incorporadas y de coníferas medianamente usadas.
- 2) Incremento de plantaciones forestales con especies de rápido crecimiento.
- 3) Mejorar la genética forestal en el sentido de obtener crecimientos más rápidos.
- 4) Utilización más eficiente de los recursos forestales.

- 5) Cosechas a matarrasa en ciclos cortos de cosecha en especies que admitan hasta tres cortes como es el caso de los eucaliptos.
- 6) Reducción de las pérdidas de madera en los bosques provocados por incendios, plagas y técnicas rudimentarias de extracción de madera.

Finalmente deseo invitarles a que hagamos la siguiente reflexión. Si es un hecho el que las reservas energéticas pronto llegarán a sus límites y que el crecimiento de la demanda de energía no será satisfecho por las llamadas fuentes no convencionales que ahora empezamos a utilizar; demos lugar entonces a la energía mental, esa energía que todos y cada uno de nosotros poseemos, la cual sin duda pronto habrá de mostrarnos nuevos horizontes que sean más acordes con la ecología y la economía de nuestro planeta, la tierra.

¡Muchas Gracias!

BIBLIOGRAFÍA

1. CETEC, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. Uso de Madeira para fins energéticos; 1980. 158 p.
2. EARL, D.E.
Forest Energy and Economic Developmet. Oxford, Claredon Press, 1975. 128 p.
3. ENERGIA, del fuego al átomo.
La obra energética en los 5 años de realizaciones del pueblo de México. Año 3, No. 33-34, 1981.
4. FRUHWALD, A. und W. Liese
Holz eine Alternative Energie Quelle
Hamburgo, R.F.A., 1980.
5. PONCE, A.
La Energía en México. Ciencia y Desarrollo, marzo-abril de 1980, No. 31, p. 108-116.
6. RABINOWITCH, E.I.
Photosynthesis, 1969.
7. TILLMANN, D.A.
Wood as an Energy Resource
Academic Press, 1978. 252 p.
8. Velasco-Suárez, J.A.
México en el Mercado Internacional del Petróleo.
Ciencia y Desarrollo, marzo-abril de 1981, No. 47, p.55-67.
9. WENZL, H.F.L.
The Chemical Technology of Wood.
Academic Press, 1970. 692 p.