

**PROYECTO LEÑA Y FUENTES ALTERNAS DE ENERGIA  
ACUERDO INAFOR-CATIE/ROCAP**

**ALGUNOS ASPECTOS DE LA PRODUCCION DE  
LEÑA EN PLANTACIONES Y BOSQUES NATURALES  
EN GUATEMALA**

**MEMORIA**

**DE LOS CURSOS OFRECIDOS POR EL PROYECTO  
LEÑA EN 1983 Y 1984**

**Héctor A, Martínez H.  
COMPILADOR**

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
INSTITUTO NACIONAL FORESTAL**

**GUATEMALA, MARZO 1985.**

## **PRESENTACION**

**El presente documento recopila la información presentada por los Técnicos del Proyecto Leña en dos cursos ofrecidos en 1983 y 1984 sobre Plantaciones para Producción de Leña, a técnicos del Instituto Nacional Forestal y otras instituciones relacionadas con el problema de la leña.**

**Se espera sea de utilidad para los técnicos en el campo, así como para cualquier otra persona interesada, en iniciar actividades en el campo de bosques energéticos.**

## CONTENIDO

	<u>Pag.</u>
El cultivo de Arboles para producción de Energía. H. A. Martínez H.	1
Importancia y necesidad de Bosques Energéticos en Guatemala. L. López R.	12
Posibilidades de producción de Leña en Mesoamérica. H. A. Martínez H.	19
Especies probadas en Ensayos en la zona semiárida de Guatemala. P. Wotowiec	24
Ensayo de seis especies Leguminosas Forestales para Producción de Leña. J. R. Zanotti	33
Crecimiento inicial de <u>Caesalpinia velutina</u> ( B & R ) Standl. En la Máquina. H. A. Martínez H.	45
Comportamiento inicial de <u>Gmelina arborea</u> y <u>Eucalyptus camaldulensis</u> . En la Máquina, Suchitepéquez. H. A. Martínez H.	47
<u>Eucalyptus deglupta</u> Blume en Escuintla. Guatemala. H. A. Martínez H.	49
Algunas especies para reforestación energética en zonas altas. H. A. Martínez H.	51
Los bosques naturales en Centroamérica, posibilidades de uso. H. A. Martínez H.	55
Algunos aspectos del uso de tierra en los Ecosistemas Tropicales. H. A. Martínez H. y C. E. Estrada.	67
Sistema Agroforestales. F. Padilla.	74

## EL CULTIVO DE ARBOLES PARA PRODUCCION DE ENERGIA

Héctor A. Martínez H.\*

### I. INTRODUCCION

En los países en vías de desarrollo la crisis que afecta a los estratos poblacionales de menores recursos está conformada por vulnerabilidad en la producción de alimentos, demanda creciente de energía y degradación progresiva de los recursos naturales, así como contaminación del ambiente (Cáceres, 1982). Estos factores están ligados entre sí y el crecimiento de uno de ellos afecta directa (o indirectamente) a los demás.

El aumento de población, la presión creciente sobre el recurso tierra, los altos costos de los energéticos convencionales, la disminución progresiva de áreas boscosas y la tradición en el uso de combustibles de origen vegetal han conformado la llamada crisis de la leña (Eckholm, 1975).

Según Arnold (1978) aproximadamente 1500 millones de personas en los países en desarrollo obtienen hasta un 90% de sus necesidades energéticas de la leña y el carbón, y por lo menos otros 1000 millones derivan hasta un 50% de la energía consumida de la madera; para 1978 se estimó que de un total de 2800 millones de m<sup>3</sup> extraídos de los bosques del mundo, 1450 millones (52%) se utilizaron como leña. Esta última cantidad de madera fue consumida en su mayor parte en los países en desarrollo.

De hecho, en los países del tercer mundo aproximadamente el 90% de la madera extraída de los bosques es utilizada como leña.

Para Guatemala las cifras disponibles, en base a estimaciones, presentan un panorama poco favorable; de un total de 7.89 millones de ha. (72% del territorio nacional) consideradas tierras de vocación forestal, 3.7 millones de ha. (34% del territorio) están cubiertas de bosques. según la FAO (1982) en 1980 se extrajeron 11.1 millones de m<sup>3</sup> de madera que se utilizaron como leña, lo que representó, según López (1983), el 60% del total de energía consumida en Guatemala en ese año. El 82% de la leña consumida en el país es usada por hogares y el resto por pequeñas industrias.

La leña es obtenida, tradicionalmente, por recolección directa en los bosques naturales o en cultivos bajo sombra, bosques secundarios, cercos vivos y otros. En algunas zonas la carencia de bosques o la lejanía de los bosques disponibles obliga a los usuarios a comprar este combustible.

La recolección directa de la leña, usada semanalmente, implica el uso de tiempo útil de las amas de casa, menores o aún de los hombres de los hogares, para la consecución de este combustible, tiempo que puede variar desde medio días hasta dos días a la semana, según la disponibilidad de madera.

La compra directa pone al descubierto que la leña es un producto caro que incide negativamente en el presupuesto de los hogares de pocos recursos.

Estas y otras consideraciones justifican la creación de plantaciones para producción de leña.

## 2. PLANTACIONES PARA LEÑA

### 2.1 Los bosques naturales frente a las plantaciones:

Aunque el mayor volumen de leña consumida actualmente en el país proviene de bosques naturales (de Quercus sp., Pinus sp., Gliricidia sepium, -- Haematoxylon brasiletto, Leucaena sp., Acacia deamii y otras especies), hay que tomar en cuenta algunas características de estos bosques, que eventualmente limitan su utilización:

- a) Inaccessibilidad por factores tales como pendiente, zonas cenagosas, ampliación de la frontera agrícola.
- b) Lejanía a los centros de consumo.
- c) Bajos rendimientos por hectárea: Los bosques naturales producen gran parte de su biomasa en formas no utilizables por la gente común, tales como lianas, pequeñas ramas, helechos y otros, y el material producido de tamaño aceptable está formado en la mayoría de los casos por muchas especies que secan en forma diferente, siendo necesaria una clasificación previa. Además en bosques heterogéneos tipo climax el crecimiento, en términos de madera aprovechable, es muy bajo; por ejemplo en Guatemala el crecimiento promedio para los bosques naturales se ha estimado en aproximadamente  $2.4 \text{ M}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ .
- d) Existen problemas para la regeneración natural cuando no se seleccionan adecuadamente árboles que deben servir como portagramos, bien distribuidos dentro del área forestal. La práctica generalizada es la realización de una explotación tipo minería donde se extraen los mejores ejemplares, dejando árboles mal formados y poco desarrollados, los cuales van a producir las semillas que regenerarán el bosque, con las consecuencias previsibles de disminución de la calidad del bosque resultante.

Cuando las áreas bajo bosque son explotadas a tala rasa, el bosque resultante será, en la mayoría de los casos, diferente en composición y estructura al bosque original.

- e) Carencia de infraestructura para el transporte y comercialización de los productos del bosque.

Ante los problemas mencionados surgen las plantaciones como una alternativa viable para la provisión de leña, dado que éstas podrán ser localizadas cerca a los centros de consumo, en áreas accesibles y con facilidades de transporte, concentrando la productividad del sitio en unas pocas especies cuidadosamente elegidas por su rendimiento, adaptabilidad y características a las condiciones del lugar y a los requerimientos de los usuarios.

## 2.2 Factores que favorecen el establecimiento de plantaciones:

En los países en desarrollo, y Guatemala no escapa a esta consideración, se cuenta con algunas características que favorecen los programas de plantación:

- a) Disponibilidad de tierra sin uso agrícola actual o con bajos rendimientos agrícolas, que pueden ser utilizados para cultivo de árboles, localizados en lugares accesibles y relativamente cercanos a los centros de consumo.
- b) Disponibilidad de mano de obra abundante y a bajo costo que permite emprender vastos programas de plantación.
- c) Posibilidad de uso de incentivos fiscales y créditos bancarios en programas de plantación.
- d) La aparición de zonas críticas en el abastecimiento de leña está creando conciencia entre los propietarios de tierras sobre la necesidad de plantar árboles con fines energéticos ya sea para uso doméstico o industrial

Por otro lado las plantaciones con fines energéticos presentan algunas características intrínsecas que las hacen particularmente atractivas:

- i) Alta productividad concentrada en unas pocas especies que utilizan en forma intensiva la tierra. El uso de técnicas silviculturales permiten la obtención de madera de diferentes dimensiones y usos (leña, postes, madera de aserrío).
- ii) Rápido crecimiento: Las especies más populares en programas de plantación en las zonas tropicales presentan altos rendimientos (Evans, 1982). Por ejemplo Pinus patula en rotaciones de 15-16 años ha mostrado rendimientos de  $18 - 19 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  en Africa; P. caribaea var hondurensis en rotaciones de 8 -15 años ha rendido entre  $21 \text{ y } 40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  en las Islas Fidji, Brasil y Costa Rica; Eucalyptus grandis, en rotaciones de 9 años presentó incrementos entre  $18 \text{ y } 35 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  en Africa y Brasil; Albizzia falcataria rindió  $28 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  en Filipinas en rotaciones de 10 años; en Brasil, en rotaciones de 10 años Gmelina arborea ha mostrado incrementos de  $35 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ; en zonas secas Eucalyptus camaldulensis presenta incremento entre  $5 \text{ y } 10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  en rotaciones de 10 a 20 años; Calliandra calothyrsus en Indonesia, en

rotaciones de uno a cuatro años ha presentado incrementos de  $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ . En Guatemala Eucalyptus deglupta presenta incrementos de  $25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  en el área de Guacalate, Escuintla; E. Camaldulensis en La Máquina, Suchitepéquez presenta crecimientos de  $5 \text{ m}$  de altura promedio y  $4 \text{ cm}$  de diámetro durante el primer año (Martínez, 1983).

- iii) Se presentan como instrumento de desarrollo por el empleo de tierra sin uso agrícola económico; creación de empleo en áreas rurales, con alto nivel de empleo por unidad monetaria invertida; disponibilidad de madera para diferentes usos con posibilidad de mercadeo interno y como base para industrias de producción de carbón o briquetas para uso en pequeñas industrias y aún para mercados de exportación.
- iv) El uso de períodos cortos de rotación permiten obtener altas tasas de retorno del capital (Johnson, 1976).
- v) Contribuye a la creación de infraestructura en las zonas de plantación.
- vi). Producen beneficios secundarios importantes tales como mejora y conservación del ambiente (control de erosión, mejora de la capacidad de infiltración, control de inundaciones) y la posibilidad de integración a otros usos de la tierra.

Desde el punto de vista de las comunidades rurales las plantaciones energéticas producen otros beneficios adicionales:

- a) Disponibilidad de combustible producido localmente a bajo costo y en forma rápida (2-5 años), proveyendo, por tanto, sustitutos para combustibles derivados del petróleo, de alto costo y en constante aumento.
- b) Ahorro al ama de casa, o personas encargadas de coleccionar la leña, de una labor pesada que distrae tiempo a otras ocupaciones.
- c) Sustituir o evitar el uso de residuos agrícolas como fuentes de energía, devolviéndolos al suelo, para aumentar la producción agrícola.
- d) Prevenir la destrucción de los bosques y de la cubierta vegetal del suelo, proveer materia prima para pequeñas construcciones rurales, proveer empleo y diversificación de la economía de la comunidad.

### 2.3 Silvicultura de plantaciones energéticas:

Siren (1982) establece que el objetivo de la silvicultura energética es la obtención de materia prima para producir una cantidad determinada de energía, con la mayor rentabilidad posible, y con las menores repercusiones negativas sobre el ambiente.

Desde esta perspectiva se deben distinguir dos tipos de silvicultura energética.

- a) Intensiva
- b) Extensiva

### 2.3.1 Silvicultura energética intensiva:

Este tipo de silvicultura pretende producir altos volúmenes de madera por unidad de área en períodos o rotaciones cortas (uno a diez años).

En consecuencia implica el uso de terrenos de alta productividad, desplazando en algunos casos a la agricultura. Este tipo de plantaciones deberá estar localizado cerca a los centros de consumo para minimizar los costos de transporte.

Como los costos de mano de obra serán elevados, las especies a utilizar deben ser de rápido crecimiento, alta productividad, susceptibles de regenerarse por rebrotes y con posibilidades de ser utilizadas en sistemas mixtos de cultivos (con cultivo agrícolas), y con utilización de los beneficios marginales tales como producción de forraje, abono verde, miel, semillas, resinas.

Este tipo de silvicultura exige una cuidadosa selección de las especies y procedencias a plantar, y un buen conocimiento de las características de los sitios disponibles, los cuales no deberían tener un área menor a 1-2 ha.

### 2.3.2 Silvicultura energética extensiva:

Es el tipo de silvicultura utilizable en terrenos abandonados por la agricultura, en montes bajos de mala calidad, zonas costeras, terrenos salinos o pantanosos, laderas de montañas.

Los ciclos de corta utilizables estarán comprendidos entre 10 y 30 años y el tamaño de las parcelas variará desde un área que permita al campesino establecer una masa o grupo de árboles que llene su demanda media de energía al largo plazo, hasta un límite dado por la disponibilidad de tierra y la capacidad económica del propietario de la plantación.

## 2.4 Factores de la producción silvícola:

El éxito de la silvicultura energética depende de la obtención del máximo rendimiento sin perjuicio de la productividad del lugar a largo plazo; en consecuencia es necesario tomar en cuenta muchos factores que inciden directa o indirectamente en la obtención de este fin.

### 2.4.1 Factores biológicos:

La producción de biomasa plantea interrogantes básicas que deben ser sopesadas: Cuáles son los factores sub óptimos? Qué medidas de mejora resultarán positivas?. Con qué cultivo se obtendrá el mayor rendimiento en materia seca? Dará resultados económicamente aceptables un análisis de insumos-producción?

Para que la producción real de biomasa se aproxime al máximo teórico permitido por la radiación solar se deben dar simultáneamente muchas condiciones edáficas y climáticas interactuando con las especies elegidas.



Es poco lo que se puede hacer por modificar o mejorar el clima (2); el riesgo es una forma de modificar sus efectos, pero es costosa. La elección de lugares favorables puede neutralizar en parte los inconvenientes climáticos. A esto se puede agregar una acertada elección de las especies.

#### 2.4.1.1 Criterios para la elección de especies:

Las especies utilizables para producción de madera para combustible deben tener algunas características especiales:

- a) Rápido crecimiento y rotaciones cortas con alta productividad de madera por árbol o unidad de área y con habilidad para rebrotar.
- b) No deben producir, al quemarse, chispas, humo o gases tóxicos o causar alergias. Rapidez natural de secado es una propiedad deseable.
- c) La madera no debe tener grano entrecruzado o inclusiones de silicio; debe tener durabilidad natural para resistir almacenamientos prolongados.
- d) En silvicultura extensiva las especies deben ser resistentes a factores adversos del medio tales como textura pesada, salinidad y poca disponibilidad de nutrimentos en los suelos: resistentes a sequías, ataques de insectos y enfermedades. Así mismo es deseable que sirva para controlar la erosión y mejorar o recuperar suelos degradados, y puedan plantarse por siembra directa o a raíz desnuda.

#### 2.4.1.2 Cuales especies elegir:

En general debe usarse como primera opción especies indígenas, adaptadas al lugar y de las cuales se conozcan sus características silviculturales, tengan aceptabilidad entre los usuarios y haya disponibilidad de semilla (N.A.S. 1980).

Como segunda opción se presenta el uso de especies exóticas en un determinado lugar y ambiente.

Aunque el uso de exóticas produce siempre objeciones, hay algunas razones que pueden justificar su uso (Dyson y Budowski 1980):

- a) Pueden poseer propiedades no disponibles en las especies indígenas, tales como altos rendimientos, rápido crecimiento, facilidad de reproducción, resistencia a plagas y enfermedades del lugar.

- b) Una vez se adaptan a un sitio y condiciones climáticas, las exóticas más conocidas presentan mayor rendimiento que las indígenas; además pueden no estar sujetas a los parásitos locales que afectan a las especies del lugar.
- c) Son de fácil manejo y se conoce su silvicultura.
- d) Pueden sembrarse en plantaciones puras, mientras que algunas especies que crecen bien en el bosque natural, no lo hacen en igual forma en plantación artificial (Burley, 1980).

#### 2.4.2 Factores Edáficos.

Los elementos que condicionan un buen crecimiento son el suelo, los minerales, la materia orgánica, el agua y los gases del suelo, en proporciones y cantidades adecuadas a las necesidades del cultivo.

Para mantener un nivel elevado de productividad y calidad de un lugar es necesario compensar las pérdidas de nutrimentos debidas a la cosecha y favorecer el reciclaje de los nutrimentos.

**ACIDEZ:** La silvicultura energética intensiva exige la consecución de un pH próximo al óptimo; la gama más apropiada está entre 5.5 y 6.0 para especies latifoliadas de crecimiento rápido; no obstante esto hay algunas especies que crecen bien en el rango 4.5 - 5.5. Un pH inadecuado impide el crecimiento de las raíces y hará disminuir la absorción de iones.

En suelos muy ácidos la aplicación de Fósforo (P) es casi inútil por su afinidad con el Hierro (Fe) y el Aluminio (Al) que lo fijan; en condiciones ácidas se acentúa la lixiviación del Potasio (K) y del Magnesio (Mg) y disminuye la descomposición de la materia orgánica. Con un pH bajo se acumulan cantidades tóxicas de Manganeso (Mn), y con un pH alto disminuye el fósforo disponible que se precipita con el Calcio (Ca), y se presentarán deficiencias de Boro (B) Mn y Mg. (Siren 1982)

**NUTRIMENTOS Y FERTILIZACION:** En la silvicultura energética intensiva es necesario reducir al máximo las pérdidas de nutrimentos por lixiviación para asegurar la absorción constante de los esenciales.

Para asegurar el suministro de los nutrimentos idóneos es necesario conocer la disponibilidad a largo plazo de cada uno, así como la demanda específica de la especie para mantener un ritmo óptimo de crecimiento, los fertilizantes se deben mezclar de manera que se adapten a las condiciones locales del suelo.

Hay que compensar la pérdida de nutrimentos que se producen con la cosecha, así como las pérdidas por lixiviación y consumo animal, Una fertilización equilibrada favorecerá la mineralización de la hojarasca que tiene un papel fundamental en el reciclaje de los nutrimentos.

**APORTE DE NITROGENO:** Este elemento es no sólo el nutrimento biológico más importante, sino también el más caro y el que más energía consume en el proceso de producción. Por tanto si puede asegurarse su suministro por fijación biológica (como en el caso de *Alnus* sp y muchas leguminosas), disminuyendo el consumo de energía no solar, se aumentará la producción neta. Si esta fijación biológica no es posible será necesaria la utilización de fertilizantes.

La absorción de nitrógeno por las raíces es tan eficaz que las dosis han de ser bajas y bien distribuidas a lo largo de la primera parte de la estación de crecimiento. La absorción total se puede calcular por medio de la producción de biomasa y el porcentaje de nitrógeno en los principales elementos de los árboles.

**HUMEDAD DEL SUELO:** En las regiones con marcada estacionalidad es un factor limitante que puede obviarse con riego intermitente, aunque ésta es una posibilidad costosa.

Parte de los efectos pueden minimizarse con una adecuada selección de la época de plantación (al inicio de las lluvias), un tamaño adecuado de plántulas a sembrar y un adecuado programa de fertilización si fuere necesario.

#### 2.4.3 Sistemas de cultivo

Los bosques energéticos de alto rendimiento exigen un cultivo intensivo en las primeras etapas de establecimiento, lo que supone gran consumo de energía (y por tanto altos costos). El control de malezas ha probado ser un factor determinante en el éxito de este tipo de plantaciones.

**LABRANZA:** El laboreo del suelo puede favorecer la cosecha y su aprovechamiento de múltiples maneras:

- a) Facilitar condiciones de plantación y aprovechamiento cuando se usa maquinaria moderna, al uniformizar la superficie. También contribuye a mejorar la estructura al romper capas endurecidas.
- b) Aireamiento y mejora bioquímica de los suelos intensificando la actividad microbiológica, facilitando la penetración de oxígeno.
- c) Filtración de la lluvia a capas más profundas, aunque en algunos casos el régimen hídrico puede verse afectado por un aumento de la evaporación.
- d) Reducción de las malas hierbas, especialmente las de raíces profundas.
- e) Regulación del pH y en algunos casos, de la aplicación de nutrimentos.

**CONTROL DE MALAS HIERBAS:** Como ya se dijo es un factor determinante del éxito. Existen varios métodos para el control de las malas hierbas; cultivos (por ejemplo cultivos anuales asociados a la plantación forestal); recubrimiento con materia orgánica; cultivo de plantas protectoras; control biológico; sombra (con la ayuda del espaciamiento); herbicidas. La elección del sistema más adecuado depende de las condiciones del lugar.

El uso de cultivos agrícolas asociados con árboles ha mostrado algunas ventajas en sitios de alta productividad:

- a) Se disminuyen los costos de plantación por los beneficios de la cosecha agrícola.
- b) El cultivo forestal se ve favorecido por las limpiezas periódicas y las prácticas de fertilización.
- c) Se estimula el crecimiento vertical por la competencia por luz. Sin embargo la competencia radicular por espacio, agua y nutrimentos puede causar atrasos al cultivo forestal.

El recubrimiento con materia orgánica es una técnica que permite mantener las malas hierbas muertas sobre la superficie del suelo donde se descomponen gradualmente y se integran al ciclo de nutrientes. Las cubiertas orgánicas añaden tanto nutrientes como materia física al suelo.

Los efectos más importantes del recubrimiento, especialmente en zonas semiáridas, son la retención del agua, disminución de la evaporación y prevención de la formación de una costra superficial cuando se producen precipitaciones intensas, disminuyendo también los riesgos de erosión.

El uso de herbicidas químicos exige la presencia de personal entrenado y especializado.

Una vez establecida la plantación la sombra reduce notablemente la supervivencia de las malas hierbas, debiendo por tanto planificarse adecuadamente los raleos y las podas.

**ROTACION Y ESPACIAMIENTO:** Para obtener la mejor combinación de espaciamiento y rotación hay que tener en cuenta factores ecológicos; genéticos, edáficos y de otra índole tales como la respuesta a cambios en la disponibilidad de agua y nutrimentos, capacidad de rebrote densidad de la madera según la edad.

El espaciamiento puede ser no muy distinto del de la silvicultura convencional, pero cuando las condiciones ecofísicas son favorables y se aplican sistemas de aclareo intensivo, se pueden usar altas densidades, si las distancias de transporte son cortas.

Las mezclas de clones para evitar los riesgos biológicos de los grandes monocultivos merecen especial atención,

#### 2.4.4 Mantenimiento de la productividad:

Al seleccionar los sistemas de cultivo hay que tener en cuenta los posibles efectos a largo plazo sobre el suelo debidos a la descomposición de la hojarasca, la fertilización y el uso de maquinaria.

Se debe evitar la lixiviación al agua subterránea del nitrógeno aplicado en exceso y en caso de uso de maquinaria, emplear vehículos que ejerzan poca presión sobre el suelo (no mayor a 200 g/cm<sup>2</sup>).

### 3. POSIBILIDADES PARA PLANTACIONES ENERGETICAS EN GUATEMALA:

Aunque el problema de abastecimiento de leña es crítico en algunas zonas del país, hay ciertos factores que condicionan el desarrollo de programas intensivos de producción de árboles.

Entre los factores limitantes se pueden mencionar: las formas de tenencia de la tierra en algunas zonas del país; falta de educación forestal; falta de conocimiento de las posibilidades de uso de los incentivos fiscales para la reforestación; la carencia en el pasado de programas de investigación forestal sobre especies nativas y exóticas, procedencias y sus interrelaciones con factores ambientales.

Igualmente han faltado programas serios y agresivos de reforestación que no sólo planten sino que aseguren el mantenimiento de las plantaciones.

A pesar de lo antes citado. Existen grandes posibilidades para el establecimiento de plantaciones de rápido crecimiento en varias zonas del país, para lo cual es necesario incentivar a la población mediante la plantación, por parte del INAFOR, de áreas demostrativas con especies de rápido crecimiento que muestren resultados favorables en plazos cortos.

A este respecto vale la pena mencionar el éxito actual de los programas emprendidos en algunas áreas de la costa sur, el oriente del país y el altiplano, donde después de haber elegido cuidadosamente las especies y plantado unidades demostrativas, existen actualmente un marcado interés, por parte de personas particulares, por sembrar árboles para leña.

Las especies que han mostrado buenas posibilidades han sido: Alnus jorullensis, Caesalpinia velutina, Eucalyptus camaldulensis, E. deglupta, E. saligna, E. robusta, Gliciridia sepium, Gmelina arborea, Grevillea robusta, Leucaena leucocephala.

### 4. CONCLUSIONES:

Los programas de plantación con fines energéticos son una posibilidad real que no debe subestimarse y a la cual debe darse el apoyo necesario.

Se deben elegir cuidadosamente los sitios y las especies para asegurar altos volúmenes de producción en rotaciones cortas, con altas tasas de retorno del capital invertido.

Esta actividad debe estar orientada por personal técnico capacitado con el apoyo de sólidos programas de extensión forestal.

BIBLIOGRAFIA

- ARNOLD, J.E.M. 1978. La madera fuente de energía y las comunidades rurales. In Congreso Forestal Mundial, 8o., Jakarta. 37 p.
- BURLEY, J. 1980. Selection of species for fuelwood plantations. Commonwealth Forestry Review. 59 (2): 133-147.
- CACERES, R. 1982. Los sistemas bioenergéticos: instrumentos del ecodesarrollo. In Curso sobre metodologías de investigación y técnicas de producción de leña, Amatitlán, Guatemala, 1982. Actas. Editado por H. A. Martínez H. Guatemala, CATIE-INAFOR. pp 32-39.
- DYSON, W.G. y BUDOWSKI, G. 1980. Notes on species suitable for inclusion in wood fuel production trials. CATIE, Turrialba, Costa Rica 23 p.
- ECKHOLM, E. 1975. The other energy crisis: Firewood. Worldwath Institute, Washington D.C. pp. 1-6.
- EVANS, J. 1982. Plantation forestry in the tropics. Oxford, Clarendon. 471 p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1978. Implementing forestry programmes for local community, development. In world forestry Congress. 8th., Jakarta. 20 p.
- JOHNSON, N.E. 1976. Biological oportunities and risks associated with fast growing plantations in the tropics. Journal of Forestry. 74 (3): 206-211.
- LOPEZ, L. 1983. Balance energético nacional 1980. Guatemala, s.n.t.. 10 p.
- MARTINEZ H., H.A. 1983. Comportamiento inicial de Gmelina arborea y Eucalyptus camaldulensis en La Máquina, Suchitepéquez. In seminario Móvil del Proyecto Leña. Guatemala, 1983. Guatemala, CATIE-INAFOR. 3 p.
- \_\_\_\_\_. 1983. Eucalyptus deglupta Blume en Escuintla, Guatemala In Seminario Móvil Proyecto Leña, Guatemala. 1983. Guatemala CATIE-INAFOR. 2 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1980. Firewood crops; Shrub and tree species for energy production. Washington D.C. 237 p.
- SIREN, G. 1982. Silvicultura energética. Unasyva 34 (138): 22-28.

IMPORTANCIA Y NECESIDAD DE  
BOSQUES ENERGETICOS EN GUATEMALA

Leonel López R.\*

En los diferentes análisis que se han realizado en Guatemala sobre el sector energía se ha determinado que la problemática energética se manifiesta en forma dual, por un lado la dependencia de hidrocarburos importados que cubren la demanda de los sectores productivos y residencial de áreas urbanas y por otro lado las fuentes energéticas conocidas como no comerciales, representadas básicamente por la leña y algunos residuos agrícolas y pecuarios, que en la mayoría de casos se obtienen por apropiación directa. Esto no significa que alguno de estos productos no puedan comprarse, sino que el primitivo circuito de comercialización que se establece no reúne las mismas características de un sistema comercial propiamente dicho, desde el punto de vista económico, lo cual no ocurre con otras formas de energía como los derivados del petróleo y la electricidad que tienen un mercado bien definido, con precios establecidos, al cual es necesario recurrir forzosamente para obtener el producto en cuestión.

De acuerdo a relevamientos efectuados preliminarmente se determinó la falta de información verdaderamente confiable sobre leña, que llegara a dar una idea en términos energéticos del consumo de recursos forestales como combustible.

De tal manera que por medio de diferentes proyectos e iniciativas se ha logrado avanzar en el camino que da a conocer la importancia que la leña tiene en el sistema energético del país.

La metodología aplicada para obtener el consumo específico y el consumo nacional de leña tiene como variables principales los siguientes:

- C: Consumo específico en Kg/hab-día.
- K: Equivalente en Kg de la unidad adoptada (para Guatemala se adopta la tarea).
- Y: Duración en días de la unidad adoptada
- Z: Número de personas que viven y comen habitualmente en cada unidad familiar.
- K: Número de comidas al día cocinadas con leña.

Definiéndose como:

$$X = Zk (\text{hab-com})$$

---

\* Director General de Fuentes Nuevas y Renovables de Energía, Ministerio de Energía y Minas.

Se tiene que el consumo específico viene dado por:

$$C = k \frac{K}{X \cdot Y}$$

Asimismo, a través de la información que proporcionan los censos de población que tienen una casilla indicando el combustible que consume cada habitante se determina el número de población que utiliza leña en el país. Realmente, ésta es la mayor encuesta de tipo general que se ha obtenido y que se ha comparado con otros valores existiendo coincidencia. Los censos estudiados corresponden a los años 1964, 1973 y 1980. Luego, por medio de otras encuestas piloto se ha determinado que del total de leña consumida en Guatemala el 80 por ciento va al sector doméstico y el 20 por ciento se consume en panaderías, ladrilleras, fabricantes de cerámicas, caleras, salineras, carboneras, etc.

PARTICIPACION DE LA LEÑA EN  
EL CONSUMO ENERGETICO POR FUENTES

<u>FUENTES</u>	<u>1981</u>
Leña (10 <sup>3</sup> TEP) %	2005.2 61.0
Electricidad (10 <sup>3</sup> TEP) %	112.0 3.4
Derivados del Petróleo (10 <sup>3</sup> TEP) %	914.7 27.8
Petróleo Crudo (10 <sup>3</sup> TEP) %	35.6 1.1
Bagazo de Caña (10 <sup>3</sup> TEP) %	219.8 6.7
TOTAL	3287.3

Como se puede observar en el cuadro anterior la participación de la leña es sumamente importante en la estructura de consumo por fuentes, representando el 61 por ciento del total de energía consumida en el país. Dicho valor energético constituye 5.57 millones de toneladas métricas de leña en el año 1981.



Elaborando ciertos cálculos con producción de leña por hectárea y costos de reforestación aproximados por hectárea se obtiene lo siguiente, para el año en mención.

El consumo de leña en 1981 = 5.57 millones de TM.

Producción de leña promedio por hectárea = 20 TM/ha.

Costo de reforestación aproximado por hectárea = Q.800.00

Estos valores al relacionarlos plantean que en Guatemala anualmente se consume la leña de 279,000 hectáreas y que el costo para reforestarlas es de aproximadamente 223.2 millones de quetzales. Por otro lado si se le asigna un valor a la leña de acuerdo a los precios de mercado entre Q.10. y Q.15. quetzales por tarea, el valor total llega a 133.7 millones de quetzales.

Las cantidades anteriores ya dan una idea de lo importante que es este producto en el medio nacional y lo es más aún cuando sabemos que cerca del 80 por ciento de la población guatemalteca depende de la leña como combustible en la cocción, de sus alimentos.

CONSUMO FINAL ENERGETICO DEL  
SECTOR RESIDENCIA, COMERCIAL Y PUBLICO

<u>PRODUCTO</u>	<u>1981</u>
Leña %	90.1
Electricidad %	3.5
Kerosene %	3.3
Gas Licuado %	2.3
Bunker C %	0.3
Diesel %	0.3
Gasolina %	0.14
TOTAL 10 <sup>3</sup> TEP %	1827.1 100.0

En el cuadro anterior se observa con claridad que la leña es prácticamente el energético del sector doméstico.

También como parte de información extraída del censo de 1973, se investigó que los energéticos usados en los hogares de Guatemala para cocinar son:

<u>PRODUCTO</u>	<u>%</u>
Leña	81
Gas propano	7
Kerosina	7
Carbón Vegetal	2
Electricidad	1
Sin respuestas	2

Como resultado del cuadro anterior es interesante agregar que aproximadamente 14% de las familias usan alternadamente leña con gas propano y kerosina. Se ha comprobado en tortillerías de la ciudad capital el uso de estos combustibles.

A la vez que se ha visto la importancia de la leña en la vida del guatemalteco, se presenta la escasez cada vez mayor de recursos forestales constituyendo la real y verdadera crisis energética. Indudablemente el crecimiento de la población y la necesidad de aumentar la frontera agrícola han ejercido desde hace muchos años una fuerte presión sobre los bosques, pero esa insuficiencia se ha visualizado al existir aumento de precios en los energéticos comerciales que también ha aumentado la demanda de leña en las áreas urbanas, en donde los recursos forestales son utilizados también en el sector construcción y de pulpa y papel.

En varias regiones del país, los bosques se han reducido peligrosamente, viéndose que el uso del recurso es mayor que el rendimiento sostenible de los bosques y a medida que desaparecen los bosques, los usuarios de las zonas rurales emplean más tiempo en la búsqueda de combustible, a expensas del tiempo que podría dedicar a otras actividades productivas. En este caso los más pobres son los más afectados, ya que son quienes menos pueden tener acceso a otro tipo de energía. Se ha calculado que cuando se compra la leña, ésta puede representar entre el 35 a 40 por ciento de los ingresos de una familia típica del país.

Al escasear la leña, las personas queman más estiércol y residuos vegetales que podrían ser mejor utilizados como nutrientes de la tierra, como resultado de ello, bajan los rendimientos, lo que genera una presión adicional para destinar más tierras a cultivos. Pero lo más grave que se observa al desaparecer árboles y otros tipos de vegetación se produce la erosión de los suelos y los lechos de los ríos quedan obstruidos por los sedimentos. Finalmente la deforestación reduce la capacidad de la tierra para absorber el exceso de CO<sub>2</sub> causado por la quema de hidrocarburos, lo cual afecta en cambios de clima, temperatura, etc.

## Deforestación en Guatemala

Diferentes estudios sobre la historia de nuestro país indican la vocación forestal, con distintos climas distribuidos en varios ecosistemas. También se determina que en el período pre-hispánico, la población realizaba tareas deforestadoras con el objeto de tener tierras para la agricultura. De tal forma que en esta época se empiezan a desarrollar prácticas de sustitución de bosques por cultivos como cacao, cochinilla y añil. Entre 1931 y 1938 hubo intentos de explotación racional de las tierras, pero no fructificaron, volviéndose al régimen colonial de producción agropecuaria. La incorporación de cultivos de azúcar, algodón y café incrementarán la sustitución de bosques, esquema prevaleciente hasta 1953, en que se inició un proceso de reforma agraria.

En el estudio "Estimación de la Deforestación y la Reforestación Necesaria" de Mittak, se indica el análisis efectuado en un área de 8,786 Km<sup>2</sup>, usando fotografías aéreas, dicha extensión cubre la mayor parte de la región del Altiplano Occidental. Una comparación efectuada con fotos tomadas en 1954 y otras de 1973 reveló que la cobertura de los bosques se redujo, de 5,122 Km<sup>2</sup> (58.3% de cobertura forestal) a 3,760 Km<sup>2</sup> (42.8% de cobertura forestal), en un período de 19 años. Dichos valores dan una disminución del 2.5% anual en el pasado reciente. La misma fuente reporta que excluyendo Petén, el país contaba en 1954 un 48% de cubierta boscosa y en 1975 ese porcentaje se redujo a 22%.

Lo anterior plantea la importancia, desde el punto de vista institucional de enfocar una administración adecuada de los recursos forestales, tomando en cuenta el uso de la tierra y el consumo de leña. Entre dichos aspectos se deberán tomar medidas sobre la reforestación con ideas diferentes a las tradicionales en lo que se refiere a las especies y tomando en cuenta a los diferentes sectores involucrados, sin los cuales los planes no podrán ejecutarse en la medida que se necesitan. Como ejemplo sólo en el consumo de leña se ha calculado que anualmente se usa el recurso forestal de 279,000 hectáreas y (según Mathews) la reforestación programada para el período 1978-1982 era de 100,000 hectáreas, y en los dos primeros años se llegó a solamente 32,000 hectáreas. Esto indica que en 1977 y 1978 hubo un déficit de aproximadamente 247,000 hectáreas.

## Análisis de Aspectos Económicos de Leña

En primer lugar se considera importante mencionar cierta categorización sobre la tenencia y apropiación de la leña como producto energético utilizado para la cocción.

Tipo A: Las personas que pagan un precio monetario por el producto (ya sea leña, kerosene, gas licuado, otro).

Tipo B: Las personas que son propietarias del producto y pagan mano de obra extrafamiliar para adquirirlo. (solo los usuarios de leña pueden pertenecer a este tipo).

- Tipo C: Las personas que son dueñas del producto y lo explotan para su uso mediante trabajo personal o de algún miembro de su familia (Consumidores de leña o residuos vegetales).
- Tipo D: Toda persona que posee el producto pero lo obtiene como resultado de su trabajo en la propiedad de su patrón!
- Tipo E: Toda persona que no posee el producto y debe obtenerlo como una actividad específica de recolección en el campo. (para consumidores de leña).

### El precio o Esfuerzo

Esta es una variable que indica el valor monetario del producto energético consumido para cocción. En el caso de que el producto sea comprado se le coloca en unidades adaptadas según las equivalencias determinadas en el balance energético, de esa manera, a la leña se le asigna un precio en Qs/tarea y, cuando el producto energético consumido no se obtiene por una operación de compra-venta, se evalúa el esfuerzo o trabajo dedicado a su obtención. Experiencias de campo, indican que es conveniente medir el esfuerzo como el número de días-persona por semana o por mes dedicados a la búsqueda y recolección de la leña para la familia.

El esfuerzo medido es lo que cuesta en promedio a una familia poder garantizar el suministro indispensable de leña o residuos vegetales para satisfacer la necesidad básica de la cocción de los alimentos.

Conociendo el ingreso per cápita de una familia, es posible imputar un valor monetario al tiempo dedicado a la obtención de energía.

### Análisis Comparativo sobre Costos de Leña y Kerosene.

Aca se trata de presentar un ensayo comparando los precios al consumidor de leña y kerosene (gas corriente).

El precio actual promedio del galón de kerosene es de: 0.86 quetzales/galón.

Y el precio promedio que se paga por una tarea de leña es de: 12.0 quetzales/tarea\*.

---

\* En la capital puede llegar a Q.25.00 o Q.30.00/tarea

<u>Producto energético</u>	<u>Eficiencia n</u>	<u>Poder calorífico</u>	<u>Precio</u>
Leña	10.00	3600 Kcal/Kg.	Q.12.00/tarea
Kerosene	30.44	10328 Kcal/Kg.	A. 1.12/galón

Para tener una comparación más adecuada se calcula el precio en Qs/10<sup>6</sup>Kcal para cada producto.

En el caso de la leña se tiene:

$$1 \text{ tarea} = 600 \text{ Kg.} \times 36000 \text{ Kcal/Kg.} \\ = 2,160,000 \text{ Kcal.}$$

y en 10<sup>6</sup>Kcal habrán:

$$10^6 \text{ Kcal} = 10^6 \text{ Kcal} \div 2,160,000 \text{ Kcal/tarea} = 0.46 \text{ tarea}$$

pero como 1 tarea vale 0.12.00 se tiene:

$$10^6 \text{ Kcal} = 0.46 \times 12.00 = 5.52 \text{ quetzales.}$$

Calculado con Kerosene:

$$1 \text{ galón} = \frac{1}{42} \text{ Bl.} \times \frac{1.31 \text{ Tcal}}{10^3 \text{ Bl}} = 31,229.9 \text{ Kcal}$$

y en 10<sup>6</sup>Kcal se tendrá:

$$10^6 \text{ Kcal} = 10^6 \div 31229.9 = 32.02 \text{ gal.}$$

1 galón tiene un precio de 0.1.12, entonces

$$10^6 \text{ Kcal} = 32.02 \text{ gal} \times 0.86 \text{ quet/gal} = 27.53 \text{ quetzales.}$$

Con los anteriores resultados se muestra el siguiente cuadro:

<u>Producto</u>	<u>Precio</u> <u>Qs/10<sup>6</sup>Kcal</u>	<u>Eficiencia</u> <u>n</u>	<u>Precio Util</u> <u>Q./10<sup>6</sup> Kcal</u>
Leña	5.52	10.0	55.2
Kerosene	27.53	30.44	90.44

Para kerosene se ha utilizado el valor FOB de importación.

Del cuadro anterior se puede ver que los valores por caloría útil que se presentan entre estos dos productos, el kerosene es más alto que la leña, lo cual está definido fundamentalmente por dos parámetros importantes que son la eficiencia y el precio que se da en el mercado.

✓  
POSIBILIDADES DE PRODUCCION DE LEÑA  
EN MESOAMERICA \*

✓  
Héctor A. Martínez H. \*\*

I INTRODUCCION

La crisis energética que afecta a los países en vías de desarrollo está relacionada con los altos costos de los energéticos convencionales y, además, con los problemas derivados de una población con una demanda energética creciente que ejerce presión sobre el recurso tierra, una degradación progresiva de los recursos naturales, vulnerabilidad en la producción de alimentos y contaminación del ambiente.

En general se estimó que para 1978 el 52% de la madera extraída de los bosques del mundo fue utilizada como combustible, sin embargo en los países en vías de desarrollo el 84% de su producción maderera se usó como leña. A nivel latinoamericano se estima que la producción forestal es utilizada en un 82% como combustible.

En el área mesoamericana se ha estimado que la leña tiene una alta participación en los balances energéticos nacionales (BEN). Esta participación varía de país a país aunque tiene como característica común una participación creciente con el transcurso del tiempo.

Las cifras disponibles (1979) según OLADE, nos muestran una participación de la leña en los BEN de 11.4% en México, 20% en Panamá, 29% en Costa Rica, 43% en Nicaragua, 52% en El Salvador, 60% en Honduras; para el mismo año se estimaba una participación superior al 50% en el BEN de Guatemala mientras en 1983 alcanzó un 63%.

Para Centro América se estima que el 72% de la población utiliza leña para la cocción de sus alimentos y otros usos como calefacción; esta situación no parece ir a cambiar en los próximos años, por lo que es necesario asegurar la provisión de leña para la población, así como para eventuales cambios de combustibles tradicionales a combustibles derivados de la leña en algunos procesos industriales.

---

\* Trabajo presentado en el Primer curso Taller sobre Sistemas Bioenergéticos para Promotores indígenas de Centro América y México. Guatemala Julio 1984.

\*\* Silvicultor, Residente CATIE, Proyecto Leña Acuerdo INAFOR-CATIE, Guatemala.

## MAS TRADICIONALES DE PRODUCCION DE LEÑA.

En general, la leña es obtenida en forma directa por los usuarios o es comprada, en una forma de comercialización en algunos casos no completamente estructurada.

Las fuentes tradicionales de leña son, en general, bosques naturales de Quercus spp., bosques naturales de lluvias estacionales, bosques secundarios, huertos mixtos familiares, desembre de cultivos perennes, cercos vivos o árboles aislados.

Donde la concentración de población ha sido creciente el bosque se ha ido retirando, con las consecuencias previsibles de: mayor costo para la adquisición de la leña (hay que caminar más para colectarla, o pagar un mayor precio); problemas de erosión; cambios en los regímenes hídricos y aun en el microclima.

Cuando crece la presión sobre la tierra, por el aumento de población y fraccionamiento de la propiedad, es lógico esperar una menor oportunidad para el crecimiento de árboles que suministren combustibles presentándose entonces el uso de residuos agrícolas que no permiten el retorno de nutrientes al suelo.

### 3. POSIBILIDADES DE PRODUCCION DE LEÑA.

Por lo limitado del espacio en este documento se describirán someramente algunas de las posibilidades para el suministro de combustibles leñosos en los países mesoamericanos:

#### 3.1 Uso integral de los bosques tropicales

Dada la diversidad de especies presentes deben elegirse cuidadosamente las opciones de aprovechamiento que den los beneficios máximos sin detrimento del recurso, combinando la producción de madera para aserrío, madera para pulpa, postes y pilotes, durmientes, madera para desenrollo y tableros de partículas, con el uso de los desechos no utilizables en los otros usos y las especies inferiores para la producción de energía, ya sea como leña o carbón vegetal.

#### 3.2 Uso de bosques secundarios:

Estos bosques normalmente están formados por pocas especies, de rápido crecimiento, altos rendimientos, algunas especies con alto valor comercial. Es posible hacer tratamientos silviculturales con respuestas rápidas.

Con el aumento de áreas cubiertas con este tipo de bosques es posible diseñar estrategias para su uso que incluyan la producción de madera y de energía ya sea como leña o carbón.

### 3.3 Uso racional de bosques naturales de zonas altas:

En las zonas altas de los países mesoamericanos se presentan bosques naturales de coníferas o latifoliadas (Alnus spp., Quercus spp. y otras) que tienen gran potencial para la producción de leña en la región.

Los bosques de latifoliadas de Aliso, Encino y Roble tienen una gran capacidad de rebrote y regeneración, la cual debe estimularse mediante técnicas sencillas, tales como:

- a) Dejar resalvos (árboles de pequeñas dimensiones) y árboles para producción de semilla (padres) de buena forma, al hacer la tala.
- b) Al entresacar, hacerlo con los árboles de menor calidad y cuidando de no dañar mucho el bosque remanente.
- c) Efectuar cortes que permitan el apareamiento de rebrotes.
- d) Evitar las talas inmoderadas de grandes proporciones que puedan afectar la composición del bosque.
- e) Utilizar todos los residuos que puedan ser usados como leña.

### 3.4 Bosques (plantaciones) artificiales con especies de rápido crecimiento, que mejoren el suelo y produzcan altos rendimientos:

Entre las especies a utilizar se pueden mencionar: Alnus acuminata, Eucalyptus globulus, Casuarina spp. y otras en zonas altas: Eucalyptus saligna, E. citriodora y otros, Inga spp., Schinus molle, frutales, Grevillea robusta, Cliricidia sepium y otras especies en zonas medias: Eucalyptus camaldulensis, Cordia alliodora, Leucaena sp. Calliandra calothyrsus, Eucalyptus deglupta y otras especies en las zonas bajas.

Estas plantaciones pueden establecerse combinando al inicio cultivos anuales con los árboles para disminuir los costos de establecimiento.

### 3.5 Sistemas combinados de producción:

#### 3.5.1 Agricultura migratoria:

La Agricultura migratoria con intervalos adecuados de descanso del suelo o la utilización del sistema Taungya (siembra de árboles con cultivos agrícolas antes de abandonar el terreno para descanso) para la obtención futura de madera para leña y otros, usos, es una posibilidad que debe ser manejada más cuidadosamente.



Durante el período utilizado como descanso del suelo para reposición de su fertilidad es factible el crecimiento de árboles con uso futuro y restauradores del suelo. Acá es deseable el uso de árboles fijadores de nitrógeno como algunas leguminosas, Alnus sp y otros.

### 3.5.2 Producción de árboles con cultivos o pastizales.

Para una utilización más intensiva del suelo, asegurar la producción de material leñoso; la utilización de leguminosas u otros árboles que fijen nitrógeno aparentemente mejora los suelos y elevar la producción.

Con los cultivos perennes que requieren sombra hay grandes posibilidades para la producción de madera y leña, esta última en los desombres. La utilización de Cordia alliodora, Terminalia oblonga, Grevillea robusta, Inga sp. y otras es una posibilidad que no debe despreciarse.

La producción de madera, forraje y otros productos pueden ser una alternativa a la producción de pastos en zonas donde las malezas disminuyen los rendimientos.

### 3.5.3 Huerto mixto familiar:

El huerto mixto familiar además de los beneficios estéticos y de producción de madera, frutos, sombra, medicina y alimento debe jugar un papel básico en la producción de leña como producto de las podas, aclareos y manejo silvicultural que debe brindársele.

### 3.5.4 Cercos vivos:

Esta es quizá una de las técnicas más conocidas de producción de beneficios diferentes al simple sostén del alambre del cerco.

En los cercos vivos hay la posibilidad de producción de madera, leña, forraje, alimento, miel y otros beneficios que no se han aprovechado convenientemente. La elección de las especies debe ser cuidadosa, de acuerdo a las necesidades y los cultivos asociados.

Esta técnica tiene grandes posibilidades en los sitios donde la tenencia o el uso de la tierra es un factor crítico.

## 4. CONCLUSIONES:

- a) Es factible racionalizar el uso de los bosques naturales mediante el empleo de los subproductos y residuos que actualmente se desechan, como leña o carbón.
- b) Se debe utilizar en forma integral el recurso forestal, natural o plantado, obteniendo beneficios continuos y sostenidos que mejoren la calidad de vida.
- c) La producción de leña es factible en múltiples vías, sin mayor deterioro de los recursos naturales.

BIBLIOGRAFIA

- BENE, J. , BEALL, H. W., y COTE, A. 1978. El bosque tropical sobreexplotado y sub utilizado. Tract. por A. Delgado F. Bogotá, Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. Serie Técnica No. 5. 51 p.
- BOOTH, H. E., 1978. Integrated utilization of tropical forests. In World Forestry Congress, 8 th., Jakarta 1978. 30 p.
- BUDOWSKI, G. 1981. Aplicabilidad de los sistemas agroforestales. In Talle Internacional sobre agroforestería en los Trópicos Húmedos Africanos. Ibadan, Negeria, abril 1981. Turrialba, Costa Rica CATIE. 8 p.
- ECKHOLM, E., 1975. The other energy crisis: firewood Worldwach Institute, Washington, D.C. pp. 1-6.
- LITTLE, E.L., 1983. Common fuelwood crops; a handbook for their identification. Morgan town, Communi-Tech. 354 p.
- MARTINEZ H., H A., 1982. La leña como combustible en países en vías de desarrollo; el Proyecto Leña INAFOR-CATIE. In Curso sobre metodologías de investigación y técnicas de producción de leña. Amatitlán, Guatemala, 1982, Actas. Editado por H. A. Martínez H. Guatemala, CATIE-INAFOR. pp 6-12
- \_\_\_\_\_ y ESTRADA B., C. E., 1982. Algunos aspectos del uso de tierra en los ecosistemas tropicales. In Mesa redonda sobre el trópico o subtrópico húmedo; situación actual, utilización, manejo y proyección en Guatemala. Guatemala, 1982. Guatemala, CATIE-INAFOR. 11 p.
- MARTINEZ H., H. A. , 1983. El cultivo de árboles para producción de energía. In Simposio sobre el problema de la leña y alternativas energéticas. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 1983. Guatemala CATIE-INAFOR. 14 p.
- \_\_\_\_\_, 1984, Posibilidades de producción de leña en cercos vivos. In Curso sobre técnicas agroforestales en la producción de leña. Amatitlán, Guatemala. Guatemala, CATIE-INAFOR. 12 p.
- \_\_\_\_\_, 1984. Algunas especies para reforestación energética en zonas altas In Curso sobre técnicas de vivero en la producción de especies para leña. Amatitlán, Guatemala, 1984. Guatemala, CATIE-INAFOR. 4 p.

✓  
ESPECIES PROBADAS EN ENSAYOS EN LA ZONA  
SEMI-ARIDA DE GUATEMALA

✓  
Pedro Wotowiec  
Voluntario Cuerpo de Paz.

## 1. INTRODUCCION

Las zonas secas orientales del país han sido indentificadas como áreas críticas para leña (3) debido a la dificultad creciente para obtención de la leña, de calidad aceptable, en cantidades adecuadas y a precios accesibles, especialmente en lugares de población concentrada. En respuesta a este problema, se han tratado de establecer bosques comunales para leña en la zona pero en la actualidad existen pocas plantaciones que puedan considerarse razonablemente exitosas. Una razón evidente para el fracaso de muchas plantaciones es la falta de conocimientos sobre especies adaptadas. Frecuentemente, aunque existen conocimientos generales de alguna especie, no se reconocen las limitaciones de la especie en términos de precipitación anual y características edáficas.

Este documento trata de una breve descripción de la zona en términos generales respecto a factores climatológicos, edáficos y socio económicos los cuales afectan la situación de la leña. Luego presenta los resultados preliminares de unos ensayos realizados en la zona, los cuales comparan el comportamiento de algunas especies con el objetivo de determinar las especies adaptadas a la zona; luego se concluye con información sobre algunas de las especies consideradas más prometedoras para esta región en base a su rápido crecimiento, bajo las condiciones de la zona, la buena calidad de su leña y otros productos, y su aceptabilidad por los usuarios locales.

## 2. CARACTERISTICAS DE LAS REGIONES SECAS DE GUATEMALA

La región seca del país está ubicada principalmente en la cuenca del Rfo Motagua, en los departamentos de Zacapa, El Progreso, Chiquimula y Jalapa; partes de los departamentos de Jutiapa, Baja Verapaz y Huehuetenango tienen regiones secas de marcada estacionalidad; igualmente hay una banda estrecha a lo largo de las playas del Océano Pacífico.

En estas regiones, la precipitación varía entre 400 a 1000 mm. anuales con una estación seca bien marcada de 5 a 7 meses (2). La estación de lluvias se inicia generalmente a principios de junio y continúa hasta octubre, con un período seco (canícula) a finales de junio y parte de julio (dos a cuatro semanas).

El rango de alturas en la región seca es de cero msnm. en la Costa Pacífica hasta 1200 msnm.

En la zona seca de Guatemala se pueden distinguir dos formaciones (1):

- Monte espinoso Subtropical (meS) - precipitación anual entre 400-600 mm. con alturas entre 180 msnm. hasta 400 msnm. La vegetación predominante está caracterizada por matorrales no muy densos de arbustos y árboles espinosos y xerofíticos en los cuales se nota Cactus spp. Guaiacum spp., Acacia spp. y Pereskia spp.
- Bosque seco Subtropical (bsS) - Precipitación entre 500 mm a 1000 mm anuales con alturas entre cero msnm. hasta 1,200 msnm. La vegetación está caracterizada por Leucaena diversifolia, Alvaradoa amorphoides, Sabal mexicana (Rhizophora mangle y Avicenia sp. en la costa Pacífica)

En estas dos zonas de vida la familia leguminosa predomina en la vegetación existente, aunque la mayor parte de la vegetación natural es de baja utilidad debido al sobrepastoreo, los incendios, los aprovechamientos para leña, la agricultura migratoria y otros usos rurales.

Alrededor de la región seca, generalmente a alturas y precipitaciones superiores está ubicada la zona de vida bosque húmedo premontano (bh-P) caracterizado por la presencia de Pinus oocarpa y Quercus spp.

La topografía de la región seca oriental es de moderadamente pendiente a muy pendiente y quebrada con áreas onduladas a planas, ubicadas alrededor de los ríos. La roca madre en casi todo el área es formada por sedimentos metamórficos, pero en algunas partes están cubiertas por materiales de origen volcánico; en general los suelos se caracterizan por su baja fertilidad, erosionados y con la presencia de horizontes calcareos endurecidos (talpetate); en algunos lugares hay suelos vérticos o vertisoles, aunque estos son muy localizados; en otros lugares se presentan suelos arenosos.

### 3. ENSAYOS DE ELIMINACION DE ESPECIES EN TRES LUGARES DEL DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO.

Reconociendo la necesidad de tener conocimientos sobre especies adaptadas a la región seca, y sobre su comportamiento bajo las condiciones difíciles presentes, se seleccionó en la zona seca del departamento de El Progreso tres áreas para ensayos de eliminación de especies productoras de leña; se seleccionó la zona de El Progreso como representativa de las condiciones de las regiones secas del país ya que tiene presentes las dos zonas de vida características (me-S-bs-S).

Las especies fueron elegidas en base a los resultados de una encuesta a los usuarios de leña respecto a sus preferencias de especies, una revisión de literatura, conversaciones con usuarios y observaciones personales de los técnicos en la zona de El Progreso; se dio mayor énfasis a las especies ya presentes en la zona, fueran nativas o naturalizadas, por las siguientes razones.

- a) Existía selección entre los usuarios de especies productoras de leña, nativas o naturalizadas en la zona.

- b) Era posible conocer las preferencias de los usuarios de leña respecto a las especies.
- c) Era posible obtener una idea del comportamiento de las especies ya presentes bajo condiciones características de la zona por observaciones en rodales naturales o, en algunos casos, plantaciones existentes en la zona.
- d) Era posible llevar control sobre las procedencias y las calidades de los lotes de semilla recolectada propiamente.
- e) La recolección propia de semillas de especies locales es una técnica apropiada para viveros en el campo con pocos recursos.

Los sitios fueron seleccionados con la idea de tener representados los extremos de precipitación de la zona, y los tipos de suelos.

En el cuadro 1 se presenta una comparación entre las características de los tres sitios seleccionados para el ensayo de eliminación de especies en El Progreso en el año 1983.

El diseño del ensayo fue de bloques completos al azar con 4 ó 5 replicaciones por sitio. Los tratamientos constituyen las especies (52 en Palo Amontonado, 27 en Morazán y 31 en Tierra Blanca); cada especie está representada en cada replicación por una parcela de 9 árboles en Palo Amontonado, y por parcelas de 16 árboles en Tierra Blanca y Morazán.

Se presentan los resultados de la evaluación preliminar al terminar el sexto mes de realizada la plantación.

Cuadro 1. Características de tres sitios en el departamento de El Progreso

SITIOS	(1)	(1)	(1)	(2)	(3)	(4)	(4)	(4)	ML Suelo	Textura	
	Altitud snm	TMA °C	PMA mm	Dist. de Precip.	Zona Vida	PH	Microgr/ML Suelo	MEQ/100			
								CA	MG		
Morazán	360	27.2	805.5	04-03-05	bs-S	6.8	3.00	38	12.9	5.76	Franco
Palo Amontonado	450	24.1	470	01-05-06	me-S	6.8	3.00	168	+30.00	8.01	Franco Arenoso
Tierra Blanca	517	24.1	470	01-05-06	me-S	6.8	5.00	190	2.49	0.69	Arenosa

- (1) Datos de registros meteorológicos tomados por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología -INSIVUMEH-, Archivo Institucional Guatemala, Guatemala.
- (2) Distribución de precipitación según Aubreville.
- (3) DE LA CRUZ, J.R. Clasificación de Zonas de Vida en Guatemala a nivel de reconocimiento INAFOR. Guatemala.
- (4) INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLA (ICTA), Laboratorio de Suelos, Guatemala.

Cuadro 2. Resultados de la evaluación preliminar del comportamiento de especies en tres sitios en la zona semi árida de Guatemala. 1983. Edad 0.41 años.

ESPECIE	SITIO		PALO AMONTONADO		TIERRA BLANCA	
	MORAZAN S%	Alt(dm)	S%	Alt (dm)	S%	Alt (dm)
<i>Leucaena diversifolia</i> (Progreso)	94	021	75	009	100	007
<i>Parkinsonia aculeata</i>	97	019	91	009	98	006
<i>Acacia tortilis</i>			91	007	100	005
<i>Cassia siamea</i>	98	017	82	004	83	002
<i>Tecoma stans</i>	94	016	64	003	85	003
<i>Acacia farnesiana</i>	98	015	95	006	100	005
<i>Lysiloma kellermanii</i>	100	015	73	006	100	006
<i>Acacia pennatula</i>	97	014	84	005		
<i>Acacia centralis</i>	82	014	66	004	95	003
<i>Lysiloma aurita</i>	97	014	42	004		
<i>Haematoxylon brasiletto</i>	98	013	91	005	100	005
<i>Gliricidia sepium</i>	97	012	95	004	100	004
<i>Acacia deamii</i>	97	012	84	006	98	003
<i>Caesalpinia velutina</i>	96	012	80	002	100	001
<i>Guazuma ulmifolia</i>	94	012	60	004		
<i>Albizia guachapele</i>	98	011	84	003	98	003
<i>Cordia dentata</i>	98	011	86	004	97	003
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	98	009	86	002	100	002
<i>Prosopis juliflora</i>	98	009	97	006	100	005
<i>Tabebuia rosea</i>	97	008	84	002	92	002
<i>Cassia emarginata</i>	93	008	82	004		
<i>Pithecolobium leucospermum</i>	96	008	88	006	100	004
<i>Pithecolobium dulce</i>	98	008	66	005	100	004
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	95	007	82	004		
<i>Thouinidium decandrum</i>	90	005	46	001	89	001
<i>Simarouba amara</i>	85	002	79	001	97	001
<i>Leucaena leucocephala</i> K67			93	006		
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>			88	006	95	006
<i>Melia azedarach</i>			86	006		
<i>Leucaena leucocephala</i> K-28			86	006		
<i>Caesalpinia coriaria</i>			84	006		
<i>Leucaena leucocephala</i> K-8			84	005		
<i>Caesalpinia affinis</i>			86	004		
<i>Leucaena diversifolia</i> (colombia)			73	004		
<i>Diphysa floribunda</i>			95	004	100	003
<i>Pithecolobium saxosum</i>			93	004	100	003
<i>Crescentia alata</i>			97	003		
<i>Caesalpinia eriostachys</i>			93	003	94	002
<i>Apoplanesia paniculata</i>			88	003	100	003
<i>Tamarindus indica</i>			62	003		

Continuacion cuadro 2

<i>Gleditsia triacanthos</i>	88	003	100	002
<i>Gyrocarpus americana</i>	64	002	95	002
<i>Poepigia procera</i>	24	002		
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	22	002	81	001
<i>Plocosperma buxyfolium</i>	75	002	97	003
<i>Albizia caribea</i>	68	002		
<i>Calliandra calothyrsus</i>	60	001		
<i>Lonchocarpus salvadorensis</i>	35	001		
<i>Karwinskia calderonii</i>	22	001		
<i>Acacia cyclops</i>	0	0	50	002
<i>Albizia carbonaria</i>	0	0		
Barillo blanco	0	0		
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	96	020		
<i>Melia azedarach</i>	100	021		

Las siguientes especies han mostrado el mejor crecimiento según las mediciones (hechas seis meses después de la siembra) en los tres sitios:

<u><i>Leucaena diversifolia</i></u>	(Yaje)	Nativa
<u><i>Parkinsonia aculeata</i></u>	(Campeche)	Nativa
<u><i>Acacia tortilis</i></u>		Exótica
<u><i>Lysiloma kellermanii</i></u>	(Sare)	Nativa
<u><i>Eucalyptus camaldulensis</i></u>		Exótica
<u><i>Acacia farnesiana</i></u>		Nativa
<u><i>Haematoxylon brasiletto</i></u>	(Brasil)	Nativa
<u><i>Glitricidia septum</i></u>	(Madrecacao)	Nativa

En Morazaán, además de las anteriores mencionadas, han mostrado buen desarrollo las siguientes especies:

<i>Melia azedarach</i>	(Paraiso)	Naturalizada
<i>Cassia siamea</i>	(Flor amarilla)	Naturalizada
<i>Tecoma stans</i>	(Flor amarilla)	Nativa
	Chacté)	
<i>Acacia pennatula</i>	(Sare negro)	Nativa
<i>Acacia centralis</i>	(Yaje blanco)	Nativa
<i>Lysiloma aurita</i>	(Sare espino)	Nativa
<i>Acacia deamii</i>	(Orotoguaje)	Nativa
<i>Caesalpinia velutina</i>	(Aripfn)	Nativa
<i>Guazuma ulmifolia</i>	(Caulote)	Nativa
<i>Albizia guachapele</i>	(Lagarto)	Nativa
<i>Tabebuia rosea</i>	(Matilisguate)	Nativa

Es muy interesante notar las diferencias de crecimiento entre los sitios debido a las diferencias en distribución de la precipitación anual y en menor escala a las diferencias en los suelos.



El cuadro 2 fue compilado, usando los resultados preliminares de sobrevivencia y crecimiento de los ensayos hechos por el Proyecto Leña en la zona.

Para compilar esta lista, se determinaron cuales especies muestran la mejor sobrevivencia y crecimiento actualmente en los ensayos.

Además del comportamiento en los ensayos se tomaron en cuenta las siguientes características para seleccionar las especies:

- 1) Facilidad de obtener semillas
- 2) Su manejo en el vivero es conocido y fácil
- 3) Producción de productos deseados (leña, postes, madera para uso rural, otros).
- 4) Potencial de ser aceptado por los usuarios.
- 5) Demostración de su potencial para adaptarse y crecer bien, bajo condiciones secas, por su existencia en rodales naturales y/o plantaciones forestales en la zona.

Las nueve especies siguientes son consideradas como buenas en cada categoría antes mencionadas.

ESPECIE	ALT.	PMA	EST. SECA	TEMPERATURA		ZONA VIDA	S U E L O S		USOS	FUENTE SEMILLA	ALMACENAJE	TRATAMIENTO**	PRODUCCION	TIEMPO GERMA.	RENDIMIENTO
				MAX.	MED.		MTN.	TEX.							
Chenopodium vulvaria (Lagurinosae) (Nativo)	0 - 200 m.	400 - 1600	3 - 7 meses		30° - 26°C	mS bs S th S	Moderado a bueno	5.6 adhiere hasta alcalino	Lufa, pasta, control erosión, abejas, carbón.	Recolección propia	Cerrado, seco al tiempo para varios años	24 horas agua al tiempo	Siembra directa en bolsas	3 - 13 días	4 - 8 m <sup>2</sup> /ha/año resultados preliminares
Clusia alamosa (Lagurinosae) (Naturalizado)	0 - 1300	500 - 1500	4 - 6 meses		34 - 26°C	bS bs S mS	Buena	Neutro o ácido	Lufa, pasta, control erosión, forraje, muelles, abejas.	Recolección propia	Cerrado, seco al tiempo para varios años	Agua al tiempo 24 horas	Siembra directa en bolsas	3 - 12 días	11-20 m <sup>2</sup> /ha/año
Eleocharis acicularis (Poaceae) (Nativo)	0 - 1400	400 - 1200	4 - 7 meses		13 - 20°C	mS bs S	Tolerante inundaciones	Ácidos a alcalinos	Lufa, pasta, carbón, viga, forraje, abejas, control erosión, forraje abejas, abejas.	Australia BLSF	Cerrado, seco, frío para varios años	Ninguno	Bolsas	3 - 14 días	10 - 20M <sup>2</sup> /ha/año
Quercus agrifolia (Fagaceae) (Nativo)	0 - 1300	700 - 1500	4 - 7 meses		Clima templado y subtropical.	bs S bS	Moderado a bueno	6-7 en el proc. prob. más amplio	Lufa, control erosión, vigas, carbos, muebles, estacas, forraje.	Recolección propia	Cerrado, seco al tiempo para varios años	Llaves agua al tiempo	Bolsas	3 - 11 días	?
Glycyrrhiza glabra (Fabaceae) (Nativo)	0 - 1000	500 - 2500	Hasta 7 meses		22° - 30°C	mS mS th S	Rango amplio	Neutro o Alcalino	Lufa, carbón, pasta, forraje, rija nitrógeno, control erosión, forraje, carbos, abejas.	Recolección propia	Cerrado, seco al tiempo para varios años.	Agua al tiempo 24 horas	Siembra directa en bolsas estacas	3 - 10 días	?
Lucerna diversifolia (Lagurinosae) (Nativo)	0 - 2000	400 - 1700	Hasta 7 meses		34 - 26°C en el Pro-graso	mS bs S bS	Moderado a buen	Neutro o Alcalino	Lufa, viga, muebles, carbos, abejas.	Recolección propia	Cerrado, seco al tiempo para varios años.	Agua caliente 24 horas	Siembra directa en bolsas	3 - 20 días	?
Melilla (Fabaceae) (Naturalizado)	0 - 2500	300 - 1000	3 - 6 meses		Clima tropical calido templado	bs S mS	Buena	6 - 7 El Pro-graso pero prob. más amplio.	Lufa, pasta, carbón, control erosión, forraje, rija nitrógeno.	Recolección propia	Cerrado, seco al tiempo para uno o dos años	Agua caliente 72 horas	Siembra directa en bolsas	21 - 24 días	?
Panicum polyanthemum (Lagurinosae) (Nativo)	0 - 1000	200 - 1000	6 - 9 meses		22 - 32°C 20 - 26°C	bs S mS	Moderado a buena	Neutro a alcalino	Lufa, pasta, carbón, control erosión, forraje para animales y abejas.	Recolección propia BLSF	Cerrado, seco al tiempo para varios años	Agua caliente 72 horas	Siembra directa en bolsas	3 - 10 días	?
Paspalum conjugatum (Lagurinosae) (Nativo)	0 - 2000	130 - 750	6 - 8 meses		22 - 34°C 18 - 26°C	mS	Buena	Neutro a alcalino	Lufa, pasta, carbón, control erosión, forraje para animales y abejas.	Recolección propia	Cerrado, seco al tiempo para varios años	Agua caliente 72 horas	Bolsas siembra directa	3 - 10 días	3 - 5 m <sup>2</sup> /ha/año

\* Cuadro de datos que esta especie probablemente encuentre en esta zona de vida pero hay alguna duda sobre su sobrevivencia a largo plazo y la rapidez de su establecimiento.

- \*\* Las instrucciones de siembra son:
- Agua al tiempo 24 horas = regado en agua al tiempo por 24 horas.
  - Agua caliente 24 horas = regado en agua al tiempo hasta que se seque una substancia mucosa.
  - Agua caliente 72 horas = regado en agua caliente (pero no hirviendo) y abejas estacas y forraje por 24 horas.
  - Agua caliente 72 horas = regado en agua caliente (pero no hirviendo) y abejas estacas y forraje por 24 horas.

En las zonas masas secas (750 mm de precipitación anual) con una estación seca de 4 a 6 meses) las especies Bambusa nana y Quercus agrifolia han mostrado un buen comportamiento.

BIBLIOGRAFIA

1. DE LA CRUZ, R., 1983. Mapa de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, INAFOR. 4 p.
2. DULIN, P. 1982. Distribución de la estación seca en Guatemala; mapa. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1 p.
3. MARTINEZ H., H.A., 1982. Estudio sobre leña en hogares, pequeña industria y distribuidores de Guatemala. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 27. 64 p.
4. MARTINEZ H., H.A. y ZANOTTI, R., 1982. Informe Anual 1982. Guatemala INAFOR. 30 p.
5. \_\_\_\_\_, 1983. Informe Anual 1983. Guatemala. INAFOR. 55 p. + anexos.

ENSAYO DE 6 ESPECIES FORESTALES LEGUMINOSAS  
PARA PRODUCCION DE LEÑA

José R. Zanotti 1)

I. INTRODUCCION:

La leña y el carbón son las principales fuentes de calor, luz y energía para buena parte de la humanidad (2).

En Guatemala según el censo de 1964 el 89.6% del total de hogares utilizaban leña como combustible para cocinar (5); según el censo de 1973 el 82.6% utilizaban leña o carbón como combustible. Tomando en forma separada hogares urbanos y rurales en el año 1973, el 57.6% cocinaban con leña o carbón y en el medio rural el 97.1% de los hogares utilizaban leña (6).

En 1978 SIECA \* consideraba que el 88% de los hogares de Guatemala utilizaban leña para cocinar siendo el país Centro Americano en que mayor proporción de hogares utilizaban este combustible (1).

En 1980 Bogach (3) consideró que el 30% de la población hacía uso de leña para cocinar.

En una encuesta al sector urbano (Martínez 1981) encontró que hasta un 52% de los hogares entrevistados cocinaban con leña y un 79% de las pequeñas industrias utilizaban leña como combustible (8) en el sector de pequeñas fincas hasta un 88% de ellas utilizaban leña como único combustible y el 6% lo usan combinado con otro (Martínez 1982) (10).

El presente trabajo se realizó en el parcelamiento "La Máquina" ubicado en la costa pacífica de Guatemala.

La costa sur es una zona de vocación agrícola; aquí se localizan algunos de los mejores suelos de Guatemala y se cultivan los principales productos de agroexportación y cultivos básicos para el consumo local nacional; debido a esto la cubierta forestal ha disminuido grandemente y actualmente es una zona potencialmente crítica en cuanto a la consecución de leña.

---

\* Secretaría permanente del Tratado de Integración Económica C.A.

El trabajo consiste en una prueba de adaptación de 6 especies forestales leguminosas para la producción de leña, ubicado en la parcela 505, línea B-12 propiedad del señor Máximo Alemán.

Los objetivos pretendidos son:

A. Generales

- a) Buscar especies de rápido crecimiento adecuadas para la producción de leña, que rebroten al ser cortados, y de buenas características agronómicas para la producción de biomasa.
- b) Iniciar investigación básica con especies leguminosas forestales para observar su adaptabilidad a las condiciones de la zona y el comportamiento en los años futuros.
- c) Detectar la importancia de la leña como combustible en el área y determinar si es crítico o no su abastecimiento.

B. Específicos:

- a) Establecer el índice de supervivencia de las 6 especies forestales bajo estudio, mediante evaluación al primer mes de plantado y al final del estudio, bajo condiciones del parcelamiento "La Máquina".
- b) Evaluar el crecimiento en altura, durante la estación lluviosa de 1982, mediante mediciones bimestrales hasta noviembre del mismo año.
- c) Evaluar la adaptabilidad, por comparación entre ellos, mediante el desarrollo en altura y diámetro, vigor y sanidad, en el parcelamiento "La Máquina".

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 Características:

El parcelamiento La Máquina tiene las características siguientes:

Está situado entre los Ríos SIS e ICAN, consta de 3 sectores A, B y C. Los sectores A y B pertenecen al municipio de Cuyotenango, Departamento de Suchitepéquez, el sector C pertenece al municipio de San Andrés Villa Seca Departamento de Retalhuleu; hay dos centros urbanos, el centro 1 a una distancia de 200 kms. de la capital; el centro 2 a 225 kms. de la capital aproximadamente.

Suelos: Según Simmons et al (11), los suelos pertenecen al grupo del litoral del Pacífico, Sub-grupo "A", semi-lxtán arcillosos (Ix), material madre ceniza volcánica cementada de color claro (aluvión) relieve casi plano, drenaje interno regular, color café oscuro, el suelo superficial presenta textura arcillosa, consistencia plástica, con espesor aproximado de 10 cms., el subsuelo presenta un color café oscuro, textura arcillosa, consistencia plástica, espesor aproximado 60 a 75 cms., es de topografía ondulada con una pendiente

suave hacia la costa, altitud sobre el nivel del mar de 0 a 75 m.

Clima: Según De la Cruz (4), el parcelamiento "La Máquina" en su mayor parte puede ubicarse en la zona subtropical húmedo, existe una pequeña fracción que se halla en la zona subtropical seca.

Temperatura media anual es de 27 °C. con máxima 37 °C, y una mínima de 20 °C.

Precipitación pluvial media de 1329 mm. distribuida en los meses de abril a octubre, principalmente, siendo esta distribución de manera irregular (7).

## 2.2 Actividades Agrícolas:

Los cultivos básicos (maíz, arroz y sorgo) son tradicionales en el parcelamiento; en menor escala se cultivan sandía, melón, frijol, tomate y maní; también se encuentra ganadería en pequeña escala.

## 2.3 Tenencia de la tierra:

Hace aproximadamente 25 años esta área fue entregada en propiedad a los campesinos por intermedio de la Dirección General de Asuntos Agrarios hoy INTA (Instituto Nacional de Transformación Agraria). La mayoría de parcelas entregadas es de 28 mz. (19.6 ha.) y otras en menor escala, tienen 45 ha.

## 2.4 Diseño estadístico:

El diseño utilizado fue el de bloques al azar, con cuatro repeticiones por tratamiento, utilizando 49 árboles por parcela.

## 3. RESULTADOS:

El cuadro 1 indica las especies probadas.

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en la parcela 505 línea B-12, parcelamiento "La Máquina", Cuyotenango, Suchitepéquez.

CODIGO	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Cv	<u>Caesalpinia velutina</u>	Aripín
Cc	<u>Calliandra calothyrsus</u>	Cabello de Angel
Ds	<u>Dalbergia sissoo</u>	Dalbergia
Gs	<u>Gliricidia sepium</u>	Madrecacao
Ll	<u>Leucaena leucocephala</u>	Yaje
Sg	<u>Sesbania grandiflora</u>	Sesbania

### 3.1 Sobrevivencia:

La sobrevivencia se evaluó contabilizando los árboles vivos de cada parcela efectiva. Los resultados se presentan en el cuadro 2 y gráfica 1.

Cuadro 2. Sobrevivencia de 6 especies leguminosas forestales en cuatro épocas diferentes, en "La Máquina", Suchitepéquez.

TRATAMIENTOS	% SOBREVIVENCIA			
	Julio	Septiembre	Octubre	Diciembre
<u>C. velutina</u>	78	75	73	73
<u>C. calothyrsus</u>	93	80	77	72
<u>D. sissoo</u>	88	84	82	82
<u>G. sepium</u>	93	89	89	88
<u>L. leucocephala</u>	93	91	91	86
<u>S. grandiflora</u>	28	11	8	7

La sobrevivencia sí presentó diferencias significativas, al nivel de 95% de probabilidad, entre tratamientos en todos los casos (épocas); para el efecto entre bloques sólo se presentaron diferencias significativas en la última medición.

En la gráfica 1 se observa que cinco de los tratamientos muestran alta sobrevivencia, no así el tratamiento S. grandiflora que presenta una sobrevivencia muy baja.

### 3.2 Crecimiento en altura:

En el cuadro 3 se presentan los datos de crecimiento promedio en altura.

Cuadro 3. Resultados del crecimiento en alturas de seis especies leguminosas forestales, en 3 épocas diferentes en La Máquina, Suchitpéquez.

TRATAMIENTO	CRECIMIENTO PROMEDIO DE ALTURA EN dms.*		
	Julio	Septiembre	Diciembre
<u>C. velutina</u>	2.6	6.0	8.6
<u>C. calotyrsus</u>	3.2	6.2	14.9
<u>D. sisso</u>	4.0	7.1	12.8
<u>G. sepium</u>	5.6	8.0	14.8
<u>L. leucocephala</u>	7.1	12.8	24.4
<u>S. grandiflora</u>	6.1	9.0	10.4

- 1) Gliricidia sepium = Testigo
- 2) Sesbania grandiflora = aparentemente presenta un buen crecimiento pero como se observa en el cuadro 2 la sobrevivencia apenas llega al 7%.

\* En todos los casos los tratamientos presentaron significancia al nivel del 95% de probabilidad, no así el efecto entre bloques que no presentó significancia.

En la gráfica 2 se presentan las diferentes curvas de crecimiento de los 6 tratamientos, se asumió una altura inicial de 25 cms., al momento de plantar.

### 3.3 Crecimiento absoluto en diámetro:

Los datos de crecimiento en diámetro se tomaron en dos oportunidades, octubre y diciembre de 1982 (cuadro 4).



Cuadro 4. Resultado de crecimiento en diámetro en 2 épocas diferentes, para 6 especies leguminosas forestales.

---

TRATAMIENTO	CRECIMIENTO PROMEDIO DE DIAMETRO EN mm.	
	Octubre	Diciembre
C. <u>velutina</u>	9.6	14.8
C. <u>calothyrsus</u>	11.4	18.7
D. <u>sisso</u>	8.9	15.1
G. <u>sepium</u>	16.8	25.5
L. <u>leucocephala</u>	17.8	27.3
S. <u>grandiflora</u>	12.5	14.9

---

\* Testigo.

En ambas mediciones el análisis de varianza presentó diferencias significativas entre los tratamientos al 95% de probabilidad; para el efecto entre bloques solo en la medición de octubre se presentó significancia, no así en la medición de diciembre.

### 3.4 Crecimiento Promedio:

#### 3.4.1 Altura

Se tomaron como datos iniciales de altura los del mes de julio y como datos finales los del mes de diciembre aplicando la fórmula modificada de KONRAD para el incremento promedio en altura (9); se hizo un análisis de varianza que presentó significancia al 95%, tanto para el efecto de tratamiento como para el de bloques. Se aplicó una prueba de Tukey, (Amplitud límite de significación) ALS (T) para determinar la diferencia entre medios de los tratamientos, la cual nos dio los resultados que se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Promedios de crecimiento en altura de 6 especies leguminosas forestales.

CODIGO	TRATAMIENTO	PROMEDIO EN ALTURA EN dm.
Sg	<u>S. grandiflora</u>	1.75
Cv	<u>C. velutina</u>	7.23
Ds	<u>D. sissoo</u>	7.40
Gs	<u>G. sepium</u>	8.15
Cc	<u>C. calothyrsus</u>	9.08
Ll	<u>L. leucocephala</u>	15.98

Gs, Cc, Ll: = Superiores significativamente a Sg

Ll. Superior significativamente a Cv, Ds, Gs.

Cv, Ds, Gs.Cc. No presentan significancia entre sí.

### 3.4.2 Crecimiento en diámetro:

Tomando como datos iniciales de diámetro basal los del mes de octubre (porque al inicio del período, julio los diámetros basales eran muy pequeños) y como datos finales, los de diciembre, aplicando la fórmula modificada de Konrad (9), se obtuvieron los incrementos promedios en diámetro con los cuales se hizo el análisis de varianza, el cual no presentó significancia al 95%, se aplicó una prueba de Tukey, obteniendo los resultados siguientes:

Cuadro 6. Promedios de crecimiento en diámetro de 6 especies leguminosas forestales.

CODIGO	TRATAMIENTO	PROMEDIO EN DIAMETRO (mm).
Sg	<u>S. grandiflora</u>	4.9
Cv	<u>C. velutina</u>	5.4
Ds	<u>D. sissoo</u>	6.1
Cc	<u>C. calothyrsus</u>	6.9
Ll	<u>L. leucocephala</u>	8.1
Gs	<u>G. sepium</u>	8.7

Ninguno presentó diferencias significativas entre sí.

### 3.5 Obtención de la leña:

Dado que interesaba saber la manera como los agricultores del parcelamiento La Máquina obtienen la leña para cocinar sus alimentos, se preparó una boleta de encuesta y se hicieron 103 entrevistas tomando los hogares al azar y distribuidos equitativamente en los 3 sectores ( A,B,C,).

Los resultados más importantes de estas entrevistas fueron:

#### 3.5.1 Formas de obtención de la leña:

El cuadro 7 presenta las formas más comunes de consecución de la leña.

Cuadro 7. Formas de obtención de la leña.

	Sectores A,B*		Sector C	
		%		%
La corta en su parcela	39	71	14	29
La corta en el área de reserva	1	2	--	--
Compra	9	16	32	67
Otro**	5	9	2	4
<b>TOTAL</b>	<b>54</b>		<b>48</b>	

\* En los sectores A, B aparecen un total de 54 parcelas pues una de las parcelas encuestadas no está habitada; el vecino es el guardián y proporcionó la información.

\*\* Cuando compra una parte y corta en su parcela para completar.

#### 3.5.1.1. Precio de la leña:

Para las personas que compran leña, el precio de ésta incide directamente en la economía doméstica; el cuadro 8 presenta las respuestas obtenidas en cuanto a precios de leña (por tarea).

Cuadro 8. Precio de compra de la leña.

Q* x TAREA DE LEÑA **	SECTOR A, B	%	SECTOR C	%
8.00	4	7	2	4
10.00	3	5	14	29
12.00	5	9	11	23
13.00 - 15.00	2	4	7	13

\* 1 quetzal = 1 dólar americano.

\*\* 1 tarea de leña, según INAFOR, es aproximadamente 1.28 m<sup>3</sup>

### 3.5.1.2 Compra de leña para consumo familiar:

El consumo de leña anual por familia permitiría calcular las necesidades totales de leña para el parcelamiento; el cuadro 9 presenta el consumo anual.

Cuadro 9. Consumo anual (tareas) comprada por familia.

TAREAS/FAMILIA	SECTOR A, B	%	SECTOR C	%
1 - 4	-	-	1	2
5 - 8	6	11	8	17
9 - 12	6	11	14	29
13 *	1	2	11	23

\* El rango va de 13 a 20 tareas.

### 3.5.1.3 Tipo de cocina.

El tipo de cocina más utilizado en el parcelamiento "La Máquina" es el poyo, llamado en esta localidad Poyetón, el cual en algunos casos está hecho de base de block y arcilla forrado de madera o de arcilla forrado de madera con el fuego abierto.

El cuadro 10 muestra el tipo de cocina utilizado en el parcelamiento "La Máquina".

Cuadro 10. Tipo de cocina.

TIPO DE COCINA	SECTORES A, B	%	SECTOR C	%
Poyo	49	89	38	79
Poyo + estufa gas propano	-	-	4	8
Otro	4	7	6	13

El cuadro 10 muestra que el Poyo es el más común en el parcelamiento, 8 de los encuestados en el sector C utilizan el corazón de la mazorca (olote) para evitar un mayor gasto de leña, en los sectores A B uno de los encuestados utiliza olote.

#### 4. DISCUSION:

Sesbania grandiflora presentó baja sobrevivencia la cual puede ubicarse parcialmente por las condiciones climáticas a las que se vió sometida; las plantas fueron inoculadas en vivero con el Rhizobium para la especie y produjeron nódulos, pero no se determinó si estos fueron activos o inactivos.

Las demás especies mostraron una sobrevivencia inicial superior al 80% lo que indica una mejor adaptación inicial a las condiciones del lugar.

Las especies Leucaena leucocephala y Gliricidia sepium mostraron los mejores crecimientos iniciales en altura siendo superior L. leucocephala; en diámetro basal las mismas dos especies presentaron los mayores crecimientos aunque sin diferencias significativas entre ellas; siendo ligeramente superior al incremento observado en G. sepium.

#### 5. CONCLUSIONES.

1. Sesbania grandiflora mostró ser una especie no apta para las condiciones del lugar y las del experimento.
2. Las especies mejor adaptadas inicialmente fueron, en su orden:  
L. leucocephala, G. sepium, D. sissoo y C. velutina.
3. L. leucocephala mostró el mejor comportamiento inicial, siendo necesario esperar el paso de la estación seca para observar su sobrevivencia.

4. G. sepium compite con L. leucocephala en su desarrollo inicial presentando además numerosos ejes por planta.
5. Los parcelarios utilizan leña en un 100%, de los cuales el 47% la compran; actualmente es crítico el abastecimiento de leña, se puede esperar que el problema se agrave en los próximos años.

BIBLIOGRAFIA

1. AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT, ROCAP. Project paper fuelwood and alternative energy sources. Washington D.C. Department of State, 1980. 120 p.
2. ARNOLD, J.E.M. La madera fuente de energía y las comunidades rurales, In Congreso Forestal Mundial, 8o. Jakarta, 1978. 37 p.
3. BOGACH, S.A. Survey of fuels used in the domestic sector in Guatemala. Guatemala. 1980. 49 p. s.n.t.
4. DE LA CRUZ J.R., Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basado en el sistema Holdridge. Guatemala, INAFOR, 1976.
5. GUATEMALA, DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. Censo de vivienda 1964, 2.; viviendas particulares, Guatemala, 1972. V.2; pp. 282-312.
6. \_\_\_\_\_ . Censo de habitación 1973, 3o.; república; hogares y viviendas colectivas. Guatemala, 1976, V. 2, pp. 630-632.
7. ICTA, Centro experimental parcelamiento La Máquina (Hoja datos de precipitación). 1981.
8. MARTINES H. HECTOR A., Encuesta a hogares, pequeña industria y distribuidores de leña en Guatemala. CATIE-INAFOR, Guatemala 1981. 80 p.
9. \_\_\_\_\_ , Producción de un bosque secundario sometido a diferentes intensidades de raleo en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1979. 101 p.
10. \_\_\_\_\_ , Importancia del componente arbóreo en fincas en Guatemala, Guatemala, INAFOR-CATIE, 1982. 63 p.
11. SIMMONS, CH. S., TARANO T., J.M. PINTO Z. J.H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala, Guatemala José Pineda Ibarra. 1959.

**CRECIMIENTO INICIAL DE Caesalpinia velutina (B & R) Standl.**

**EN LA MAQUINA**

**Héctor A. Martínez H.**

**1. INTRODUCCION:**

Caesalpinia velutina (B & R) Standl. (Aripin) es un árbol mediano propio de zonas secas que producen madera de buena calidad utilizada para horcones, postes, leña y aún madera aserrada de pequeñas dimensiones.

La especie se encuentra en Guatemala desde cerca al nivel del mar hasta 900 metros, en zonas de altas temperaturas y marcada estacionalidad; en suelos pobres, moderadamente arcillosos, francos a franco arenosos, de poca profundidad, con afloramientos rocosos.

La semilla es grande (  $\pm$  4 - 5 mm diámetro) de gran viabilidad, aunque susceptibles a ataque de pequeños coleópteros; puede plantarse directamente en bolsa o en campo definitivo, cuando se le asocia con un cultivo limpio.

En la zona de La Máquina se conoce a esta especie con el nombre de Palo colorado" o "Totoposte", y crece hasta alcanzar 15-18 m. de altura y diámetro de 20-30 cm.

**2. CONDICIONES DEL LUGAR.**

El sitio donde se plantó, por iniciativa del propietario del terreno, señor Filiberto Mayorga, se caracteriza por:

Lat x Long: 14° 18' x 91° 33' aprox.

Elevación: 100 m. s.n.m.

Temperatura media anual: mayor a 24° C

Precipitación: 1550 mm (aprox.) con distribución; 06-03-03

Suelos: pH 6.5; P: 5 microgram/ml; Ca 13 meq/100 ml;

K 318 microgram/ml y Mg 3 meq/100 ml.

Fecha de plantación: Abril/81.

Fecha de medición: Octubre/82.



### 3. RESULTADOS.

La plantación se asoció desde el inicio con maíz, el cual ha sido plantado durante tres ciclos consecutivos; los rendimientos iniciales fueron similares a los de sitios sin asocio (40 qq/mz equivalentes aprox. a 60 qq/ha); posteriormente los rendimientos han disminuido.

El proyecto plantó cerca una pequeña parcela sin asocio, donde los crecimientos de la especie han sido un poco menores.

El cuadro 1 presenta los resultados obtenidos en los dos sitios:

Cuadro 1. Resultados de crecimiento de Aripín en dos sitios en La Máquina, Suchitepéquez. Proyecto Leña Guatemala, 1983.

LUGAR	CON ASOCIO	SIN ASOCIO
Fecha plantación	Abril/81	Junio/81
Origen de la semilla	La Máquina	El Progreso
Área de la parcela (ha)	0.8	0.15
Espaciamiento inicial m	2 x 2.5	2 x 2
Sobrevivencia	91	94
Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	1.9	1.3
Diámetro promedio (mm)	36	30
Altura promedio (dm)	41	31
IMA d (mm)	23	24
h (dm)	26	24
Volumen * (m <sup>3</sup> /ha)	3.74	2.4

\* Con un factor de forma de 0.5.

Las motivaciones del parcelario al plantar la especie fueron:

- Necesidad de leña
- Protección contra la erosión de un sitio en pendiente.
- Conocía la especie como de rápido crecimiento y de buena madera.

### 4. CONCLUSIONES.

La especie ha respondido bien al cultivo tanto asociado como sin asocio; la semilla proveniente de El Progreso ha respondido en forma similar a la semilla local; los rendimientos en diámetro y altura son aceptables.

En la parcela asociada inicialmente con maíz se ha notado la aparición de más de un eje por árbol.

COMPORTAMIENTO INICIAL DE Gmelina arborea y  
Eucalyptus camaldulensis EN LA MAQUINA, SUCHITEPEQUEZ

Héctor A. Martínez H.

1. INTRODUCCION:

La costa sur de Guatemala posee los mejores suelos del país y por esta razón se realizaron en la época de los cuarenta a los sesenta labores tendentes a crear un emporio de riqueza agrícola en esta área: se establecieron grandes fincas para ganadería y cultivos de agroexportación (algodón, caña de azúcar, hule) y se distribuyó parte de la tierra a pequeños agricultores creando los denominados parcelamientos agrarios, una de los cuales es "La Máquina" en el Departamento de Suchitepéquez.

Estos parcelamientos están dedicados casi exclusivamente a la producción de cultivos básicos para consumo nacional.

Una característica de estos parcelamientos es que no han sido dotados, simultáneamente con la distribución de la tierra, con servicios básicos y de infraestructura, entre ellos electricidad; por otro lado los combustibles fósiles son de precio elevado en el país.

El uso intensivo de la tierra ha traído como consecuencia la desaparición casi total de la cubierta boscosa.

Como consecuencia de las características anotadas y del bajo nivel económico de los parcelarios, así como que el combustible para la cocción de alimentos es la leña, utilizada en fuego abierto, estas zonas se han convertido en áreas críticas para el aprovisionamiento de leña.

Una posibilidad para solucionar este problema es la plantación de especies de rápido crecimiento nativas o exóticas, adaptadas a las condiciones del lugar, o en su defecto, iniciar investigación con especies que crezcan en condiciones similares en otras regiones del mundo. Por tanto el Proyecto Leña decidió introducir y probar la adaptación de dos especies exóticas, de las cuales no existe experiencia en el país: Eucalyptus camaldulensis y Gmelina arborea.

2. CARACTERISTICAS DEL LUGAR.

En el área no existe una estación meteorológica cercana y por tanto las condiciones climáticas que se anotan son aproximadas:

Localización: Parcelamiento "La Máquina". Línea B12, Parcela 505.

Propietario: Máximo Alemán

Latitud x Longitud: 14° 18' x 91° 33'

Altura: 50 m. s.n.m.

t° media anual: 27° C

Precipitación: 1350 mm (o menos).

Estación seca: Octubre a mayo inclusive

Suelos: Franco arenosos; pH 6.6; p 36.5 microgm/ml; Ca 15 mq/100 ml;  
K 525 microgramos/ml y Mg 3.5 meq/100 ml.

El sitio había sido dedicado a la producción de maíz en los años anteriores, pero las malas prácticas de manejo y la moderada pendiente que permitió procesos erosivos, había disminuido los rendimientos; el propietario decidió dar el terreno por estas razones y por la necesidad de leña para su cocina.

### 3. RESULTADOS.

El área plantada fue de 0.15 ha. con Gmelina y 0.12 ha. con E. camaldulensis; la plantación se hizo a comienzos de junio/82 y se realizaron dos mediciones una en septiembre y otra en noviembre de 1982. Los resultados se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Resultados de las evaluaciones realizadas en Gmelina arbórea y Eucalyptus camaldulensis en La Máquina. Proyecto Leña, Guatemala, 1983.

ESPECIE	1a. EVALUACION		2a. EVALUACION		
	SOBREV. %	ALTURA (dm)	SOBREV. %	DIAM. (mm)	ALTURA (dm)
<u>Eucalyptus camaldulensis</u>	99	10.5	94	-	18.0
<u>Gmelina arbórea</u>	99	11.0	99	8.8	22.0

Como se observa las dos especies han crecido bastante bien durante los primeros cinco meses después de su plantación, con una alta sobrevivencia, y un incremento promedio en altura de 4 dm/mes para E. camaldulensis y 5.0 para G. arbórea.

Observaciones, no sistematizadas, durante la época seca han permitido determinar que las especies han continuado su desarrollo, aunque será necesario esperar el paso de la estación seca para conocer las consecuencias de ésta en el desarrollo y sobrevivencia de las especies.

Gmelina arbórea se ha defoliado durante el cuarto y quinto mes de la sequía.

Eucalyptus deglupta BLUME EN

ESCUINTLA, GUATEMALA

Héctor A. Martínez H.  
CATIE

Esta especie fue introducida en Guatemala en 1979 por iniciativa del Técnico Forestal Arnulfo Padilla, del Instituto Nacional de Electrificación -INDE-, quien obtuvo semillas en la finca de Diversificación Agrícola de Turrialba, Costa Rica.

La primera plantación se realizó en el centro recreacional del INDE en Guacalate, Escuintla, y se regó durante la época seca de 1979-80. Las condiciones del lugar son:

Localización: Guacalate, Escuintla  
Latitud x Longitud: 14° 14' x 19° 04'  
Altura: 150 m. s.n.m.  
t° promedio anual: 27° C  
t° máxima promedio: 35° C (como máximo en febrero a mayo).  
t° mínima promedio: 20° C (Diciembre y Enero los meses más fríos).  
t° máxima absoluta: 40° C y mínima absoluta 14° C  
Precipitación promedio anual 2500 mm  
Distribución (mm)

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
7.0	5.0	8.0	99.0	329.0	412.0	422.0	376.0	328.0	406.0	78.0	5.0

Suelos: Arenosos, profundos, bien drenados.

El siguiente cuadro presenta los datos de crecimiento promedios obtenidos de dos parcelas-muestra en el área.

Cuadro 1. Crecimiento de Eucalyptus deglupta Blume en Guacalate, Escuintla. Proyecto Leña Guatemala. 1983.

---

Area de la Parcela:	0.5 ha.
Fecha de plantación:	12 de octubre de 1979. Se aplicó riego durante la estación seca 1979-1980.
Fecha de medición:	21 de septiembre/82.
Espaciamiento inicial:	2 x 2 m.
Número de árboles por Ha:	2500
Sobrevivencia:	57 %
Area basal m <sup>2</sup> /ha	13.06
Diámetro promedio (mm)	105
Altura promedio (dm)	120
Volumen * m <sup>3</sup> /ha	83.614
IMA: Area basal m <sup>2</sup> /ha:	4.35
Volumen m <sup>3</sup> /ha:	27.87

---

\* Con un factor de forma de 0.5

#### CONCLUSIONES.

La especie E. deglupta Blume presenta un buen desarrollo y adaptabilidad a las condiciones en que está ticalizado; así mismo muestra posibilidades para una alta producción de madera para leña en las primeras etapas de su crecimiento.



ALGUNAS ESPECIES PARA REFORESTACION  
ENERGETICA EN ZONAS ALTAS

Héctor A. Martínez H.  
CATIE

## 1. INTRODUCCION

La reforestación con fines energéticos en las zonas altas de Guatemala plantea problemas diferentes a aquellos que se presentan en las zonas bajas.

En general las zonas altas de Guatemala pertenecen a las formaciones bosque húmedo subtropical frío (bh-Sf), bosque húmedo y muy húmedo montano bajo (bh-MB y bmh-MB) y bosque muy húmedo montano (bmh-M) según el sistema de Holdridge. Esta región se caracteriza por altas precipitaciones, humedad relativa alta y bajas temperaturas, que se acentúan durante una parte de la época seca, la cual también está bien definida, aunque menos severa que en las zonas bajas.

Las anteriores características condicionan las especies a utilizar.

Por otro lado, existe poca investigación sistemática en cuanto a especies a utilizar, sistemas silviculturales y formas de manejo, por lo que se hace necesario utilizar las pocas experiencias existentes en la región, así como las experiencias de otros países reportadas en la literatura.

## 2. ESPECIES A UTILIZAR.

Algunas especies nativas han sido utilizadas con éxito en Guatemala para programas de reforestación y actualmente están siendo utilizadas como leña, tal el caso del Alnus acuminata y su especie relacionada Alnus jorullensis; otras no han sido plantadas, aunque se les puede observar en forma natural en algunas de las zonas altas tal como Trema micrantha y finalmente algunas exóticas ya casi naturalizadas han mostrado un gran potencial en la producción de leña, tal el caso de Casuarina cunninghamiana, C. equisetifolia, Eucalyptus globulus y Grevillea robusta.

El cuadro siguiente presenta las especies posibles de ser usadas en las zonas altas de Guatemala y algunas de sus características, sin pretender agotar la lista.

Especies posibles a ser utilizadas en plantaciones energéticas en las zonas altas de Guatemala.

ESPECIE	FAMILIA	CLIMA						SUELOS			USOS	Fuentes Semilla	VIVERO			Forma Produc- ción (ctm)	Tiempo Germ. (días)
		Alt. mnm	pmn mm	Est. seca (meses)	Max. °C	Med. °C	Mín. °C	Tex- tura	Dre- naje	Reac- ción			Almac- enamiento	Pretra- tamiento	Forma Produc- ción		
Acacia mearshii	Mimosoidaeae	500- 2700	500- 1600	2 - 3	18- 24	12- 18	2- 8	Arenosos, Franco arenosos	Buono	Neutros ácidos no cal- cáreos	Leña, car- bón, for- raje, por- tas, ban- nos, mejor- ra suelos.	Austra- lia, BLSF	En se- co y frio	Agua a 80°C	Bolsa Pseudo- estaca Directa		
Alnus acuminata	Betulaceae	1200- 3250	1000- 3000 6 más	2 - 3	27	12 20	4	Arenosos a arcillosos	Bien drena- dos		Leña, Agroforra- teria, ma- dara, rom- pavientas mejora suelos	Guate- mala	Pienda rápida- mente poder germi- nativo	No	Bolsa Pseudo- estaca Estaca Rafz destruda	5-8	
Casuarina curatuphantana	Casuarina- ceae	Hasta 2200	500- 1500		27		19	Franco a arenosos	Buono		Leña, fo- raje, or- namental, control erosión	Austra- lia, Algunos sitios Guate- mala		No	Bolsa		
Casuarina equisetifolia	Casuarina- ceae	Hasta 1800	700- 2000 Hasta 5000	3-4 Hasta 8	20- 35	20	10- 20	Arenosos pero no arcillosos	Buono	Tolera suelos: -salinos -calca- reos	Leña, ma- dara, cor- trol ero- sión, rom- pavientas, banfo.	Guate- mala	Temp. ambiente.	No	Bolsa Rafz destru- da (Inclu- to)	40	
Eucalyptus citriodora	Myrtaceae	100- 1900 Hasta 2000	600 1250	5 - 7	28- 34	18- 24	8- 12	Arenosos a arcillo- sos	Buono	Neutros a ácidos	Leña, ma- dara, per- lume, miel ornamental	Guate- mala BLSF	En seco y frio	No	Bolsa	4-19	
Eucalyptus globulus	Myrtaceae	500- 3000	500- 1500	2 - 3	20 30	12 18	4 12	Arenosos Franco arcillosos	Bien drena- dos	Neutros a Acidos	Leña, car- bón, posib control erosión, pulpa, otros	Austra- lia, BLSF, Guate- mala(?)	En seco y frio	No	Bolsa Stern- bra di- recta a bolsa Rafz destruda	12-14	

Continuación.....

<i>Eucalyptus gomphocephala</i>	Myrtaceae	Hasta 2000	700-1000	4-6						Arenosos o franco arenosos	Buena tolerancia drenaje impedido	Alcalinos Neutros Calcareos	Lefa, médulas, paves, ornament.	Australia	En seco y frfo	No	Bolsa	4-10
<i>Eucalyptus maculata</i>	Myrtaceae	Hasta 2400	600 1250	2-4	24 32	15 20	2 12	Frncp arenosos Arcillosos	Buena Suelo profundo	Neutro Acido	Lefa, paves, maderas	Australia	En seco y frfo	No	Bolsa Retz desnuda	6-7		
<i>Eucalyptus maldenii</i>	Myrtaceae	600 2100	700 2000	2-3	22 30	19 19	2 12	Arenosos Frncp arenosos Arcillosos	Buena	Neutros o ácidos	Lefa, carbón, paves, pulpa	Australia	En seco y frfo	No	Bolsa	7-8		
<i>Eucalyptus saligna</i>	Myrtaceae	300 2100	1000 4000	0-2	28 35	15 21	2 12	Arenosos Frncp arenosos	Bien drenados	Neutros o ácidos	Lefa, maderas, durmientes, enchapado	Australia, Brasil	En seco y frfo	No	Bolsa	10-20		
<i>Grevillea robusta</i>	Proteaceae	500 2300	700 1500 Hasta 2500	6-8	20 28	19 21	-10 14	Arenosos Frncp arenosos	Buena	Neutros o ácidos	Lefa, maderas, enchapado, parquet, sombra	Guatemala	En seco y frfo	No	Bolsa Retz desnuda	20-28		
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Leguminosae (Papilionaceae)	150 2000	300 1000	2-6	25 35	10 18	-34 18	Arenosos Frncp arenosos	Buena	Alcalinos, neutros o ácidos	Lefa, forraje paves, maderas, erosión, rompeviento, sombra	Estados Unidos BLSF	Seco Ambiente	Agua hirviendo	Bolsa	4-12		
<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae	1500 3500	300 7500	4-6	20 28	12 18	5 15	Arenosos	Buena	Alcalinos o neutros	Lefa, carbón, paves	Guatemala	Ambiente	No	Bolsa			
<i>Trema micrantha</i>	Ulmaceae	0 2100	Hasta 4000					Variado	Tolera suelos pesados		Lefa, carbón	Guatemala						



BIBLIOGRAFIA

- BAUER, J. Comp., 1982. Especies con potencial para la reforestación en Honduras. Tegucigalpa, Honduras, COHDEFOR. 42 p.
- LITTLE, E.L., 1983. Common fuelwood crops; an handbook for their identification. Morgantown, Communi-Tech. 354 p.
- MARTINEZ H., HUGO. 1981. Evaluación de ensayos de especies forestales en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 200 p.
- MARTINEZ H., HECTOR, 1982. Estudio sobre leña en hogares, pequeña industria y distribuidores de Guatemala. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico No.27. 64 p.
- \_\_\_\_\_ y ZANOTTI, R., 1983. Informe anual Proyecto Leña Guatemala 1983. Guatemala, INAFOR-CATIE. 55 p. y anexos.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1980. Firewood crops; shrub and tree species for energy production. Washington, D.C., National Academy of Sciences. 237 p.
- WEBB, D.B., 1980. Guía y clave para seleccionar especies en ensayos forestales de regiones tropicales y subtropicales. Londres, Overseas Development Administration. 275 p.

✓  
LOS BOSQUES NATURALES EN CENTROAMERICA  
POSIBILIDADES DE USO \*

✓  
Héctor A. Martínez H.  
CATIE.

1. INTRODUCCION:

Se ha estimado que en Centro América y Panamá el bosque denso natural cubre un área de 18.7 millones de hectáreas (39 % del territorio), con una tasa de deforestación de 2.2 % anual (FAO, 1981).

Los bosques de la región pueden clasificarse, atendiendo a criterios de utilización, en los siguientes tipos:

Bosques húmedos tropicales latifoliados

Bosques de coníferas (en zonas altas y bajas generalmente húmedas)

Bosques mixtos de coníferas y latifoliadas

Bosques semidecídulos de zonas secas

Bosques deciduos: pequeñas manchas en zonas semiáridas

Bosques de manglar en algunas áreas de los litorales Atlántico y Pacífico.

Dentro de estos grandes tipos se pueden encontrar diferentes fases de sucesión de acuerdo a que el hombre haya o no utilizado anteriormente las áreas actualmente bajo bosque, pudiendo por tanto encontrarse bosques primarios o indisturbados y bosques secundarios en áreas donde anteriormente se han producido intervenciones en la cubierta arbórea.

Cada uno de los tipos de bosque y fases de la sucesión presentan características; propias y deberán, por tanto, estar sujetas a distintas formas de manejo de acuerdo al objetivo de producción y ordenación a que sean sometidos.

2. EL BOSQUE HUMEDO TROPICAL.

Es considerado como una comunidad estable que se ajusta continuamente para mantener la misma estructura, composición y funcionamiento. Es decir presenta un equilibrio dinámico, en áreas suficientemente extensas para tomar en cuenta variaciones locales tales como agricultura migratoria, caída de árboles por el viento, deslizamientos de tierra, fuegos o incendios, efectos bióticos y otros.

---

\* Trabajo presentado en el curso sobre Plantaciones Forestales en Managua, Nicaragua, Septiembre/84.

La estabilidad depende de dos aspectos:

- a) Que las fuerzas que actúan sobre el sistema no sobrepasen ciertos valores críticos donde los cambios producidos se tornan irreversibles (Threshold).
- b) Que las condiciones del ambiente sean relativamente constantes.

Estos factores condicionan grandemente la utilización del bosque bajo un concepto de rendimiento constante y sostenido, cuando el aprovechamiento se dirige hacia ciertos tipos de productos y calidades que exigen la utilización de unas pocas especies. Dejando de lado el concepto del rendimiento sostenido por lo polémico de su análisis, cuando se pretende utilizar los bosques húmedos tropicales se pueden considerar las siguientes fases de utilización:

- a) Consideraciones conducentes a una decisión de utilización racional del bosque.
- b) Decisión política de su utilización
- c) Estudios de preinversión
- d) Estudios de factibilidad industrial y manejo

## 2.1 Consideraciones previas a una decisión de uso de los bosques húmedos tropicales.

Es necesario tomar en cuenta que muchos de los bosques húmedos tropicales han sido utilizados por las poblaciones indígenas en tiempos previos a las decisiones de uso por parte de otras poblaciones; las poblaciones indígenas originales generalmente han hecho un uso racional del bosque, sin disturbar su estabilidad y productividad. Al crecer la población en estos bosques, por factores internos (crecimiento del grupo indígena), o por factores externos (colonización), se producen efectos directos que alteran la ecología de los bosques y que producen cambios en muchos casos irreversibles.

Cuando estos cambios se producen sobre suelos que no son aptos para soportar agricultura o ganadería en forma sostenida, o cuando el sistema de producción elegido no está acorde con las condiciones del lugar, los cambios introducidos son a la larga económica y ecológicamente un fracaso.

En los bosques húmedos todavía existentes muchas de las decisiones ya sea de utilización de la tierra, de utilización del bosque o en general de incorporación a la economía de la región o país se basan en consideraciones políticas, sociales, militares e estratégicas y lógicamente económicas.

Aunque los factores ecológicos son frecuentemente decisivos en el éxito o fracaso de la decisión adoptada son también, más frecuentemente aún, ignorados o se les toma en cuenta sólo cuando el daño ya es irreparable.

En las decisiones de uso de estos bosques es necesario tomar en cuenta las consideraciones ecológicas mucho antes que otros factores que influyen en las decisiones. Solo con un adecuado conocimiento de las relaciones naturales de una zona de desarrollo podrá juzgarse adecuadamente su importancia política, social, militar y aún económica.

El desarrollo exige que el planificador distribuya los usos de la tierra. Cuando la distribución se realiza adecuadamente asignado a cada uso deseable una parte adecuada de las tierras disponibles (y que potencialmente permitiría bajo ese uso obtener el mayor rendimiento ecológico y económico), el resultado final será una distribución que potencialmente haría el uso más racional y eficiente de las tierras disponibles.

Este principio rige también cuando se trata de asignar usos a las tierras cubiertas de bosque húmedo tropical: se debe diferenciar en ellas las tierras cuyo mejor uso potencial es forestal o no forestal.

En los casos en que el mejor uso potencial es el forestal habrá que categorizar en bosque de protección y bosques de producción, respetando los usos potenciales de cada una de estas categorías.

Si existen indicaciones que el mejor uso potencial es el de bosque productor, entonces la decisión de utilización deberá tomar en consideración las mejores combinaciones de uso que den el mayor beneficio a corto, mediano y largo plazo.

## 2.2 La decisión política de uso de bosques tropicales:

Como ya se indicó, muchas áreas con bosques húmedos tropicales han sido utilizados por procesos de colonización espontánea; en estos casos la decisión política se ha limitado a permitir la permanencia de los colonos o a dirigir el proceso en etapas posteriores, dejando de lado toda consideración de tipo ecológico.

Pero en los casos donde aún no se ha iniciado un proceso de utilización de estos tipos de tierra, será necesaria una definición política, que como ya se indicó deberá estar basada en un conocimiento adecuado de las condiciones naturales del área, los factores ecológicos que allí actúan y superpuestos a estas, las consideraciones de orden económico, social y político.

La decisión política, en aquellos lugares que permitan su aprovechamiento, deberá orientarse hacia una utilización integral de la masa boscosa.

## 2.3 Estudios de preinversión:

En el aprovechamiento de los bosques húmedos tropicales la etapa de preinversión dará énfasis a la realización del inventario forestal, que permitirá conocer las existencias de madera y la factibilidad técnica y económica de realizar su aprovechamiento.

## El inventario forestal:

Nilsson (1963) lo ha descrito como la "Determinación de cuanta madera industrial de cada especie, dimensiones y calidad, puede estar disponible durante ciertos períodos en los posibles emplazamientos de las industrias de transformación, para distintas hipótesis de costo en fábrica, por unidad de volumen".

Esta definición tiene el mérito de tomar en cuenta no sólo la cantidad por especie sino además la calidad (no todos los árboles de diámetros grandes están sanos, es decir sólidos, en los bosques tropicales) y los períodos de tiempo durante los cuales se puede operar en el bosque y llevar el producto a las industrias de transformación.

En general se puede considerar al inventario forestal como la primera etapa de la ordenación con miras a la industrialización forestal y por tanto su intensidad, precisión y tiempo de ejecución dependerán de los objetivos de la ordenación.

Los objetivos del inventario deberán reflejar el nivel y finalidad de la planificación considerada; la naturaleza y magnitud de la unidad de gestión y la etapa en la toma de decisiones (preinversión o inversión), Un cambio en los objetivos iniciales incidirá en los costos definitivos.

En cuanto a la información a coleccionar en la realización del inventario, ésta estará de acuerdo con el objetivo final del aprovechamiento; en la determinación del volumen además de su determinación estática, es necesario la determinación de los rendimientos. Se tiende a considerar, falsamente que mediante un tipo de explotación y tratamiento silvícola apropiado se podría mantener una producción continua de las mismas especies útiles; sin embargo no se conoce mucho del crecimiento por especie, o grupos de especies, después de haber pasado los diferentes tipos de explotación. Sólo mediante el uso del barreno de incrementos o parcelas de crecimiento, o el inventario forestal continuo, será posible determinar el crecimiento y por tanto establecer normas de explotación y diseñar un correcto plan de ordenación.

El concepto de utilización integral de los bosques hace necesario que en los inventarios forestales se tomen en cuenta los tres valores básicos del bosque (Dawkins, 1964): fisiológicos, físicos y culturales, como instrumentos de decisión.

Los valores fisiológicos del bosque, es decir los producidos directamente por el sistema vivo, incluyen la madera, los frutos, el latex, los medicamentos. El recurso más abundante es, lógicamente, la madera, la cual será clasificada e inventariada según su potencial de utilización: de primera clase para ebanistería o revestimientos (exportación); de segunda clase para fabricación de muebles o mercancías generales y de tercera clase que solo sirven como proveedores de combustible o fuentes de fibra.

Los valores físicos como estabilidad del suelo, regulación del escurrimiento e influencias climáticas pueden formar parte, especialmente el primer factor, de la decisión sobre el sistema de aprovechamiento a emplear.

Los valores culturales del bosque están asociados con la recreación y el turismo. En algunos casos la pérdida de opciones futuras pueden tener un gran costo económico para el país.

#### 2.4 Las decisiones de manejo.

El manejo de los bosques húmedos tropicales está directamente relacionado con los sistemas de mantenimiento de la productividad y por tanto con las formas de reposición del capital madera, que es objeto del aprovechamiento.

En cuanto a la regeneración del bosque húmedo tropical se han probado diferentes sistemas silviculturales, en diferentes lugares de la tierra y en bosque con composición florística diferente, algunos con éxito y otros sin él, pero que al probarlos en otras condiciones no siempre han funcionado como en el lugar original de aplicación.

Entre los sistemas silviculturales más populares tenemos: regeneración natural, sistemas uniformes y regeneración artificial.

##### 2.4.1 Regeneración natural.

Este sistema tiende a aumentar la cantidad y el crecimiento de plántulas de las especies valiosas. No siempre ha dado buenos resultados.

El éxito de este sistema depende en gran medida de la abundancia de las especies consideradas deseables, así como del producto final que se espera del bosque. Por ejemplo en el aprovechamiento de mezcla de especies para la producción de pulpa para papel, en los bosques húmedos del Pacífico de Colombia, la regeneración natural es un método que ha dado buenos resultados.

En el empleo de este método se deben hacer coincidir las operaciones silviculturales con una abundante caída de semilla de las especies importantes; también se ha tenido más éxito con operaciones que tienden a aumentar la supervivencia y, a veces, el ritmo de crecimiento de árboles jóvenes de especies valiosas, que cuando se pretende aumentar la población de plántulas provenientes de semillas.

Entre los sistemas de aprovechamiento utilizando la regeneración natural como forma de reposición del bosque se pueden mencionar: Tala rasa con árboles portagranos, talas rasa con grupos portagranos y las talas sucesivas.

#### 2.4.2 Sistemas uniformes.

Tienden a asegurar la supervivencia y el crecimiento de una cantidad adecuada de la regeneración existente. En términos muy generales los sistemas se basan en una selección en contra de las especies no deseadas, independiente de la presencia local de ejemplares de valor. El éxito de estos sistemas depende de un conocimiento seguro de la biología de las principales especies maderables, en particular de la biología de la germinación y el crecimiento en las fases de brotes y vástagos (brinzales).

Si existen pocas especies deseables, los sistemas uniformes pueden fallar.

#### 2.4.3 Regeneración artificial.

Este sistema de reposición del bosque es utilizada y aconsejable cuando los sistemas naturales no funcionan, o son insuficientes para producir un bosque del tipo y composición deseada.

- A. Plantaciones de enriquecimiento en claros: cuando los árboles se plantan solamente en los puntos donde no hay árboles jóvenes de valor.
- B. Plantaciones de hileras o grupos: Cuando los árboles se plantan en líneas aclaradas o grupos. Este sistema se ha descrito como "Plantaciones de mejora" y Dawkins (1974) ha señalado los requisitos necesarios para el éxito:
  1. Debe haber una demanda pequeña o nula del producto de las claras.
  2. Las especies plantadas deben ser de crecimiento rápido, bien formados, que se poden bien, es decir de tipo colonizador.
  3. No debe haber una cubierta superior; sólo son idóneas las masas secundarias bajas o limpiadas por envenenamiento o totalmente cortadas.
  4. El renuevo que surja entre las líneas plantadas debe ser no inflamable, o existir un buen control contra incendios.
  5. No debe haber animales depredadores, o sus efectos han de ser mínimos o insignificantes para los árboles plantados.
  6. Entre las líneas de plantación debe haber una separación equivalente, o ligeramente superior (hasta un 20%) al diámetro previsto de copa de los árboles adultos de la especie utilizada.
  7. Los plantones deben estar, en las líneas, a una distancia que fluctuará entre  $1/7$ ,  $1/6$  a  $1/5$  de la distancia entre líneas.
  8. Las líneas deben limpiarse bien (1.8 a 2.0 m. inicialmente) y ha de ser posible recorrerlas, por lo menos a un lado de los árboles plantados, eliminando para ello la mayoría o todos los pilos muertos. Una vez plantadas, las líneas deberán estar siempre limpias.

9. La plantación debe tener un crecimiento rápido inicial.
  10. La plantación debe realizarse lo más pronto después de limpiar las líneas.
  11. A no ser que su utilidad sea mayor que la de las especies plantadas, los árboles que surjan entre las líneas deberán ser eliminados.
  12. Al aclarar las líneas, se escogerán los árboles formados y de mayor altura.
- C. Plantación cerrada: Cuando se plantan suficientes árboles que aseguren, por lo menos, la cantidad prevista para la corta final, sin ninguna participación de la regeneración natural.

Sin embargo existe una objeción: Existe incapacidad de predecir exactamente los niveles de producción, sea para determinadas especies o clases de madera, sea para toda la producción comercial.

### 2.5 Los bosques secundarios húmedos tropicales:

Estos bosques son generalmente el producto de alteraciones previas de la cubierta vegetal, ya sea que el área haya sido sometida inicialmente a cultivos, con posterior abandono y aparición de especies pioneras y luego establecimiento de las especies secundarias, o por fuertes intervenciones en el bosque natural que permitan la aparición de especies secundarias exigentes de luz.

En general las especies secundarias exigen luz casi plena para sobrevivir, crecer y aún para germinar. Son de crecimiento rápido, por lo menos en sus primeras etapas; en general son de vida corta, pequeñas, pero las hay de desarrollo posterior lento y que pueden llegar a ser grandes árboles y de valor económico como Goupia globra o Cordia alliodora.

Cuando las especies del bosque secundario producen madera útil o se puede desarrollar un mercado para ellas, entonces el manejo de bosques secundarios se convierten en una opción de grandes posibilidades para el desarrollo de una industria forestal basada en sus especies, convirtiéndose así su manejo en una técnica alternativa en la ordenación de los bosques tropicales húmedos. Por otro lado, el aumento de la superficie con este tipo de bosques por efecto de la agricultura migratoria o el abandono de áreas anteriormente agrícolas, debe permitir el desarrollo de una industria forestal de este tipo en América Latina Tropical.

En el tipo de bosque secundario se pueden encontrar especies con valor actual o potencial tales como Cordia alliodora, Ceiba pentandra, Luehea seemanii, Cedrela mexicana, Swietenia macrophylla y otras.

En bosques secundarios con presencia abundante de especies con valor económico se ha encontrado que intervenciones fuertes (extracción mayor al 40% del área basal actual) tendentes a estimular el crecimiento de los árboles jóvenes permiten un aumento del incremento volumétrico anual.



### 3. LOS BOSQUES NATURALES DE CONIFERAS:

En general en Centro América constituyen los bosques más valiosos de la región y se usan tradicionalmente para la obtención de madera para aserrío y pequeñas construcciones, así como para la producción de combustible a escala local.

Su complejidad va disminuyendo a medida que se acercan a la depresión del río San Juan en Nicaragua. Las especies de mayor importancia económica son Pinus caribaea var. hondurensis, Pinus oocarpa, P. tenuifolia, P. pseudostrobus, P. strobus, P. ayacahuite, Cupressus lusitanica, Abies guatemalensis.

Este tipo de bosque está llamado a jugar un papel determinante en la economía de la región al instalarse plantas de aprovechamiento integral, donde la producción de pulpa y posiblemente papel, deberá ser parte importante de estas industrias.

Los bosques de coníferas de Centro América han estado sometidos a sistemas de explotación mal planificados y peor ejecutados que en muchas áreas han hecho peligrar su sobrevivencia o aún en casos extremos ha llevado a su desaparición. La presión sobre la tierra en las zonas altas y la sobre explotación en las zonas bajas han contribuido a su deterioro y exigen la toma de acciones inmediatas para frenar su destrucción.

Especies como Pinus caribaea var. hondurensis, P. oocarpa y Cupressus lusitanica tienen una importancia económica que trasciende los límites de su área natural de distribución. Es necesario asegurar fuentes confiables de semilla de alta calidad, dada la importancia que estas especies tienen en los planes de reforestación en diferentes países del cinturón tropical no sólo de América sino del África y Asia, constituyéndose en fuentes de divisas para las debilitadas economías de los países de la región centromericana.

### 4. BOSQUES MIXTOS DE CONIFERAS Y LATIFOLIADAS.

Este tipo de bosque tiene gran importancia en la región por ser un proveedor natural de madera de calidad y fuente de combustible.

Las asociaciones más importantes las constituyen los bosques mezclados de coníferas y especies de los géneros Quercus, Alnus y Liquidambar.

En las zonas altas de Guatemala y Honduras Alnus acuminata y A. jorullensis son especies importantes en la provisión de leña para las comunidades de estos lugares, además de beneficios secundarios tales como la producción de mantillo que es utilizado para la restauración de la fertilidad de las tierras sometidas a agricultura.

En Costa Rica las especies del género Alnus están siendo utilizadas en exitosos sistemas mixtos de producción de leche y madera, por la habilidad que presenta el género para fijar el nitrógeno del aire por la simbiosis con el Actynomices alni.

Aunque existen problemas con la rápida pérdida de viabilidad de las semillas para su producción en plantaciones artificiales, el uso de plantas procedentes de regeneración natural, para enriquecimiento o plantaciones puras, ha mostrado ser una vía de solución.

En las zonas medias de Guatemala, Honduras, El Salvador y aún en Nicaragua los bosques mixtos de coníferas y especies del género Quercus juegan un papel fundamental de la provisión de leña a las grandes ciudades especialmente Guatemala y Tegucigalpa.

En los alrededores de la ciudad de Guatemala se está utilizando como sistema silvicultural de manejo en bosques con predominio de Quercus spp. prácticas simples que han probado dar rendimientos estables y sostenidos para la producción de leña. En líneas generales el sistema se puede resumir:

- a) División del área en cuarteles de corta iguales al ciclo de corta que varía entre 8 y 15 años según la densidad y calidad inicial de los rodales.
- b) Corta de los ejemplares con diámetros superiores a 8-10 cm. a una altura de 15-20 cm. que permitirá la aparición posterior de rebrotes.
- c) Todos los ejemplares con diámetros inferiores a 8 cm. permanecen en el bosque (tallar simple con resalvos) para la siguiente corta, realizada al finalizar el ciclo.
- d) Estimular el crecimiento de los mejores rebrotes mediante limpieas periódicas. Igualmente se respeta la regeneración natural de las especies deseables.

Los bosques con presencia de Liquidambar styraciflua tienen un gran valor como productores de madera y leña, además que su regeneración natural es abundante y de rápido crecimiento.

## 5. BOSQUES SEMIDECIDUOS EN ZONAS SECAS.

Este tipo de bosque localizado en forma general a lo largo de la costa pacífica de Centro América ha visto disminuida su área por la presencia de la agricultura en aquellos suelos que han permitido su desarrollo.

En este bosque se encuentran algunas de las especies más utilizadas como leña en casi todos los países: Gliricidia sepium, Guazuma ulmifolia, Leucaena diversifolia, L. leucocephala, L. shanonii, Parkinsonia aculeata y especies de los géneros Acacia, Diphyssa y Caesalpinia y otras de gran valor, pero ya casi extintas como Guaiaacum sp.

Con las especies más conocidas como Gliricidia sepium, Guazuma ulmifolia y Leucaena sp. se han desarrollado algunas formas de manejo de la vegetación natural, así como esfuerzos para su uso en plantaciones puras o mezcladas con cultivos agrícolas, que han mostrado resultados alentadores.

Es necesario investigar un poco más sobre los mejores métodos de manejo de las masas naturales de este tipo de bosque con miras a incrementar sus rendimientos, dada la importancia que tienen en el suministro de leña en el área.

#### 6. BOSQUES DECIDUOS Y DE MANGLARES.

El primer tipo se circunscribe a áreas localizadas con poca precipitación; especies como Caesalpinia velutina, Haematoxylon brasiletto y Acacia farnesiana son de importancia en la provisión de leña y aún producción de forraje. Leucaena diversifolia es otra especie con gran potencial en estas áreas.

Los manglares han sido sobre explotados para la producción de taninos y como leña para el secado de la sal, sin embargo, un análisis más detallado escapa al alcance de este documento.

#### 7. CONCLUSIONES.

Los bosques naturales en Centro América están sometidos a grandes presiones por los procesos de colonización y ampliación de la frontera agrícola, lo que pone en peligro su supervivencia a largo plazo si no se racionaliza su aprovechamiento.

Sin embargo estas masas boscosas están llamadas a jugar un papel de importancia dentro de las economías de los países de la región si se planifica su aprovechamiento como un instrumento de desarrollo.

Los bosques secundarios deberán participar en la economía forestal de la región si se abre mercado para las principales especies o se establecen industrias que utilicen integralmente el bosque.

En general los bosques de la región participan grandemente en el suministro de leña a la mayoría de usuarios de este combustible en la región.

BIBLIOGRAFIA

- BAUR, S. N., 1984. Tratamiento de los montes higrofiticos. Unasyiva 18 (1): 18-26.
- BENE, J.G., BEALL, H. W. y COTE, A. 1978. El bosque tropical: sobre explotado y subutilizado. Bogotá, Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. Serie Técnica No. 5 51 p.
- BUDOWSKI, G. 1974. Forest plantations and nature conservation International Union for Conservation of Nature, New Series 5 (7): 5.
- \_\_\_\_\_, 1974, Discurso de apertura. In Reunión Internacional sobre el uso de normas ecológicas para el desarrollo en el Trópico Húmedo Americano. Actas. Caracas, Febrero 20-22 de 1974. Morges, Union Internacional para la Conservación de la Naturaleza. UICN Publicaciones Nueva Serie No. 31S. pp. 9-13.
- \_\_\_\_\_, 1962. La sucesión forestal y su relación con antiguas prácticas agrícolas en el trópico americano. In Actas del Congreso Internacional de Americanistas. 35. México, 1982. T. 2 pp. 188-196.
- DAWKINS, H. C., 1974. Criterios de éxito para plantaciones en líneas. In Plantaciones de mejora, Comité de Desarrollo Forestal en los Trópicos; Tercer período de sesiones. Roma, mayo 14-17 de 1974. Roma. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FO: FDT/74/2 Supl. 65 p.
- LANLY, J. P., 1976. Inventarios en bosques tropicales húmedos para las decisiones de inversión industrial. Unasyiva 28 (2-3): 42-51.
- LESLIE, A., 1977. Cuando se contradicen la teoría y la práctica. Unasyiva 29 (1): 2-17; 40.
- MARTINES H., H. A., 1979. Producción de un bosque secundario sometido a diferentes intensidades de raleo en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 100 p.
- \_\_\_\_\_, 1978. Bosques secundarios y plantaciones. Turrialba, Costa Rica Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 12 p.
- ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAD PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. 1981. Los recursos forestales de América Tropical. FAO. Roma 243 p.

- SINNOTT, T. J. y KEMP. R. H. 1976. Elección del mejor sistema silvicultural. *Unasyva* 28 (2-3): 74-79.
- WADSWORTH, F., 1974. Los bosques naturales en el desarrollo de las regiones tropicales húmedas americanas. In Reunión internacional sobre el uso de normas ecológicas para el desarrollo en el trópico húmedo americano. Actas. Caracas, febrero 20-22 de 1974. Morges, Union Internacional para la conservación de la naturaleza. UICN Publicaciones Nueva Serie No. 315. pp. 185-199.

## ALGUNOS ASPECTOS DEL USO DE TIERRA EN LOS ECOSISTEMAS TROPICALES

Héctor A. Martínez H.

Carlos B. Estrada B.  
CATIE

### I. INTRODUCCIÓN:

En el área tropical se localiza el bosque húmedo tropical, potencialmente el ecosistema más eficiente bajo el sol. En esta misma área se localizan la mayoría de los países en vías de desarrollo, donde buena proporción de la madera producida es usada como combustible (hasta un 80%) y sin que el bosque húmedo tenga gran participación en este uso.

Sin embargo el área de estos bosques se ve reducida constantemente ante el avance de la frontera agrícola, con pérdidas de madera, suelo y opciones futuras difícilmente cuantificables.

La participación del subsector forestal en el producto interno bruto de los países latinoamericanos es generalmente mínima y como consecuencia no se le brinda suficiente apoyo oficial y muchas veces ni siquiera ha figurado en la planificación económica nacional. Es necesario romper este círculo y dar al bosque el valor que realmente tiene dentro de las economías nacionales.

La política forestal tradicional ha contenido el aprovechamiento pero no ha detenido la destrucción del recurso por lo que es necesario utilizar nuevos enfoques en el uso de este tipo de bosques. En algunos países latinoamericanos ya se están dando pasos en este sentido y Guatemala no debe ser una excepción.

Es necesario ver al ecosistema como potencial productor de múltiples productos y servicios y dentro de estos utilizar las formas más racionales de uso.

El presente trabajo pretende mostrar en forma resumida las principales consecuencias del uso irracional, las posibilidades del uso integrado del recurso y otras alternativas válidas para el aprovechamiento de este ecosistema.

## 2. SITUACION ACTUAL.

Los bosques tropicales se localizan en el área geográfica que ocupan los países económicamente en vías de desarrollo. En 1976 los bosques de estos países suministraron unos 1542 millones de metros cúbicos de madera de los cuales 1299 millones (84%) fueron utilizados como combustibles.

A nivel latinoamericano se estima que en el mismo año los bosques proporcionaron 298 millones de metros cúbicos de los cuales 244 millones (82%) se usaron como combustible. Para Guatemala la situación no es muy diferente, ya que para 1977 se estimó que de una extracción total de 5.6 millones de metros cúbicos 5.1 (91%) se usaron como combustible, llegando en 1981 a ser un 56% del total de energía consumida.

Del total de madera aprovechada en el mundo, los países en desarrollo aportan el 40%, pero sólo exportan un 6% la mayor parte de la madera para uso industrial aprovechada en estos países se obtiene de los bosques húmedos tropicales; la madera para leña es el principal producto de los bosques de lluvia estacional. Aún no se ha establecido completamente la cantidad de madera y alimento proporcionada por el bosque tropical, y generalmente no hacen parte de los estimativos de producción ya que estos productos son aprovechados y utilizados por poblaciones locales.

Latinoamérica a pesar de tener más de la mitad del territorio cubierto de bosques naturales, es importador neto de productos forestales, especialmente en la forma de pulpa y papel. Paralelo a lo anterior, los bosques de la región están desapareciendo, sin aprovecharlos.

La desaparición de una hectárea de bosque tropical implica la desaparición de por lo menos 200 m<sup>3</sup> de madera y hasta 400 toneladas de biomasa (peso seco).

Esta desaparición gradual y sistemática está ligada al proceso de avance de la frontera agrícola, espontánea o dirigida, mediante la tala y quema indiscriminada en tierras muchas veces no aptas para fines de agricultura o ganadería permanente.

Como es sabido las especies en un bosque natural tienen tres formas principales de defensa externa contra los herbívoros: a) Viven en una atmósfera hostil con insectos, roedores y otras plagas; b) Hay un gran complejo de carnívoros y parásitos predadores y controladores naturales, y c) Los individuos se presentan aislados haciendo difícil su localización por parte de las plagas y pestes con especificidad en el ataque. Si un bosque tropical es transformado a un monocultivo se destruyen estos tres mecanismos de defensa.

Al abrir el suelo tropical hay pérdidas casi inmediatas del mantillo y de nutrientes por efecto de la radiación solar; se producen fenómenos de lixiviación por efecto de las lluvias y los suelos tienden a la laterización. Como es lógico se disminuye la productividad.

Se puede aumentar la productividad con el uso intensivo de insumos (costosos y que producen fuga de divisas) y con prácticas de uso sofisticadas, pero no hay suficiente evidencia que los rendimientos de los cultivos compensen los costos totales de producción (sin contabilizar los daños al ecosistema ni los costos de oportunidad para otros usos).

Otro factor presente en los suelos de bosques húmedos tropicales es la incidencia de malezas que en el mediano a largo plazo obliga al abandono de estos suelos. Las plagas de insectos producen pérdidas económicas porque al quitar la vegetación original habrá un mayor número de insectos hervíboros por unidad de volumen de vegetación, esto obliga al uso de insecticidas con la formación de resistencia y por tanto mayores aplicaciones en número y concentración con la consiguiente elevación de costos y daños al propio ecosistema y a ecosistemas a veces alejados de estos lugares. Por ejemplo la aplicación masiva de insecticidas y plaguicidas en los algodones de la costa sur de Guatemala ha influido en altas concentraciones de D.D.T. en los pobladores de esta región y en el aumento de la plaga del gorgojo del pino en la zona del altiplano.

### 3. USO DEL BOSQUE TROPICAL.

Inicialmente el hombre vivía integrado al ecosistema sin causar mayores daños. A partir de la orientación de los rendimientos de la agricultura y ganadería en función de máximas utilidades en una economía de mercado se inicia un proceso acelerado de alteración de los ecosistemas y la intensificación en la adopción de tecnologías aplicables a condiciones ecológicas diferentes a las de los trópicos:

Al hacerse escasas las tierras agrícolas por exceso de población y/o por acaparamiento se inicia la ocupación espontánea o dirigida de los bosques húmedos tropicales y subtropicales. Esta ocupación sin embargo, salvo escasas excepciones, no han permitido una agricultura o ganadería sedentaria de rendimiento sostenido. Debe tenerse en cuenta que los mayores éxitos en agricultura se han obtenido en las áreas donde la relación de precipitación evapotranspiración potencial es igual o muy cercana a la unidad, que no es el caso de los bosques húmedos.

Como se ha dicho las posibilidades de uso de los suelos de los bosques húmedos tropicales en agricultura o ganadería de rendimientos sostenidos son muy limitadas, por tanto el bosque tropical debe utilizarse bajo el concepto de uso múltiple para que produzcan los bienes y servicios de madera, agua, fauna, forraje (alimentos, potencial genético y obtención de fármacos) y recreación al aire libre de tal manera y en tal combinación que las necesidades económicas, sociales y culturales del pueblo se satisfagan con un daño mínimo o aceptable de los recursos. Esto implica:

- 1) Las tierras forestales y silvestres pueden producir una variedad de bienes y servicios y con frecuencia se puede obtener más de uno al mismo tiempo por medio de distintas combinaciones de uso de una extensión específica de tierra.



- ii) Es posible aumentar y aún maximizar la suma neta de beneficios de una superficie por medio de una combinación juiciosa de dos o más usos.
- iii) Es de interés público fomentar una combinación compatible y armónica de usos siempre que se mantenga una flexibilidad para futuras modificaciones sin deterioro de la tierra.
- iv) Las posibilidades de producción exigen un enfoque multidisciplinario con la cooperación de forestales, agrónomos, zólogos, sociólogos, ecólogos y profesionales de otras disciplinas afines.

El enfoque de uso múltiple del bosque tropical implica dar a este el uso que genere el mayor beneficio económico dentro del concepto del rendimiento sostenido. Sin embargo hay necesidad de tomar en cuenta algunas características que hacen complejo el enfoque:

- La heterogeneidad ha constituido un obstáculo para el desarrollo de estos bosques, pero a pesar de esto es potencialmente, el ecosistema más productivo bajo el sol (hasta 50/ton/ha/año de biomasa seca).
- Siempre se dispone de suficiente información de base o de especialistas o aun de disposición por parte de los usuarios para dar los mejores usos alternativos.

### 3.1 El aprovechamiento de maderas

En cuanto al aprovechamiento de las maderas de este tipo boscoso se presenta una paradoja: el extraordinario número de especies del bosque húmedo tropical hace difícil el uso integrado de esta y al mismo tiempo exige su utilización integrada a fin de hacer más eficiente su utilización.

Hemos introducido el concepto de utilización integrada para el uso de las maderas de los bosques húmedos tropicales. Esto lleva a algunas consideraciones: la cantidad de madera por unidad de área que puede utilizarse en un bosque húmedo tropical depende del tipo de producción industrial que se va a elaborar a partir de él. Así mismo, el valor de la producción por unidad de área, para el mismo volumen aprovechado, varía con el tipo de producto obtenido.

Cualquier operación progresiva de tipo permanente exige compatibilizar dos aspectos: i) Garantizar un mercado remunerador para el máximo volumen por área y ii) Encontrar un sistema silvicultural de explotación y regeneración que haga posible la supervivencia del sistema como un ecosistema permanente y con un nivel aceptable de productividad.

En consecuencia, dada la diversidad de especies presentes deben elegirse cuidadosamente las alternativas de aprovechamiento que den los beneficios máximos sin detrimento del recurso.

La utilización integrada exige de los interesados en el aprovechamiento de las masas tropicales la elección de los productos a obtener. Entre estos productos podemos mencionar:

- Trozos: de especies de alto valor comercial.
- Postes y pilotes: con las especies difíciles de aserrar por altos contenidos de sílice y con árboles dominados que no tienen posibilidades de máximo crecimiento.
- Durmientes: Con maderas de duramen duro.
- Madera de aserrío: Con maderas de valor comercial alto o medio y aceptación en el mercado establecido.
- Chapas y tableros contrachapados: con especies fáciles de desenrollar.
- Tableros de partículas: usando aserrín y otros -desperdicios- de diferentes especies.
- Energía: Uso de los desechos no utilizables en los otros usos, los residuos que actualmente se dejan en el bosque y las especies inferiores. Existen varias alternativas: el uso como leña o sus variables como gasificación, producción de alcohol o producción de carbón vegetal.
- Pasta y papel: Con la posibilidad de utilizar mezclas de especies.

Hay, como es lógico y previsible, serios problemas en el uso integrado:

- a) Debe ser competitivo con la explotación de otros tipos de bosque.
- b) La regeneración del bosque cuando se remuevan altos volúmenes no siempre está asegurada en la misma calidad original.
- c) La apertura de carreteras puede traer aparejados problemas de colonización y de cambio de uso.

### 3.2 Otras Alternativas:

Sin embargo en las tierras tropicales existen, además del uso del bosque tropical, otras alternativas de uso que deben ser utilizadas y tienen grandes posibilidades:

- i) Uso de bosques secundarios con especies que presentan características favorables especiales como rápido crecimiento, altos rendimientos, buen valor comercial y una composición florística relativamente simple, que permiten tratamientos silviculturales con respuestas positivas en relativamente corto plazo. Debido al constante aumento de las áreas que se cubren de bosque secundarios, por acción de tala y posterior abandono de las tierras, estas tierras están destinadas a jugar un papel importante en las industrias forestales de esta región.

- ii) Bosques artificiales con especies cuidadosamente elegidas de acuerdo al fin de producción. En el caso específico de plantaciones energéticas existen ejemplos de éxito con algunas especies en diferentes partes del mundo tropical (Leucaena leucocephala en Filipinas y Hawaii, Eucalyptus deglupta en Brasil, Calliandra calothyrsus en Indodesia).
- iii) Sistemas combinados de producción: Agricultura migratoria con intervalos adecuados de descanso del suelo. Una modificación a este sistema es la utilización de la siembra inicial conjunta de árboles y cultivos básicos (Taungya) para disminuir los costos de establecimiento. En Guatemala se han iniciado algunas experiencias con resultados iniciales satisfactorios.
- iv) Producción intercalada de árboles y cultivos o de árboles y pastizales para un uso más intensivo del suelo. La utilización de leguminosas u otros árboles que fijan nitrógeno aparentemente mejoran los suelos e influyen positivamente en la elevación de la producción. La utilización de cultivos permanentes (cacao, café, té) con árboles forestales de sombra -- (Cordia alliodora, Terminalia ovobata y otros) es una alternativa que no debe despreciarse.
- v) Producción de árboles para obtención de madera, forraje y otros productos pueden ser una alternativa a la producción de pastos en zonas donde las malezas juegan papel decisivo en la disminución de los rendimientos.
- vi) El uso de árboles forrajeros y/o productores de leña como cercos vivos es una alternativa real en las zonas bajas tropicales.

Estas son algunas de las posibilidades de producción que podemos dar a las tierras tropicales, y que pueden utilizarse en la realidad guatemalteca.

#### 4. CONCLUSIONES.

Es un error destruir la diversidad de los trópicos con técnicas de fomento propias de otras zonas ecológicas. El aprovechamiento racional integral degrada menos el ambiente pues no tala y quema indiscriminadamente ni rotura y compacta suelos y utiliza menos sustancias contaminantes.

En cuanto al uso integrado del bosque húmedo tropical es una posibilidad de uso con limitaciones de mercado más que de índole tecnológico. Los mercados locales deberían utilizar más los recursos propios con las consiguientes oportunidades de desarrollo económico y desarrollo de tecnologías apropiadas.

Tierras tropicales actualmente en desuso o mal uso económico podrían habilitarse mediante el uso de técnicas agroforestales. Adicionalmente la presión sobre los bosques naturales podría aliviarse con la mayor utilización de bosques secundarios y el establecimiento de plantaciones con especies cuidadosamente seleccionadas.

BIBLIOGRAFIA

1. BENE, J., BEALL, H. W., y COTE. A., El bosque tropical sobreexplotado y subutilizado. Trad. por A. Delgado F. Bogotá, Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. Serie técnica No. 5, 1978. 51 p.
2. BOOTH, H. E. Integrated utilisation of tropical forest. In World Forestry Congress, 8 th., Jakarta 1978. Jakarta 1978. 30 p. (Special paper).
3. HUSH. B. Uso múltiple de los recursos forestales y áreas silvestres. In Congreso Forestal Mundial. 8o., Jakarta 1978. Jakarta 1978. 6 p. (contribución voluntaria).
4. LUNA L., A. Desarrollo forestal de América Latina. Mérida, Venezuela Universidad de los Andes, 1977. 41 p.
5. PEREZ R., R. Aprovechamiento de la Energía. In Congreso Nacional de Ingeniería, 7o. Guatemala, Sep. 29-oct. 2, 1982. Guatemala, 1982. 38 p. (Tema central 2).
6. SMITH, N. Wood: an ancient fuel with a new future. Washington, D.C. Worldwach Institute, 1981. pp 6-13.

## SISTEMAS AGROFORESTALES

Francisco A. Padilla Q.

### 1. INTRODUCCION.

De acuerdo a su topografía, condición edáfica y ecología, Guatemala se considera un país eminentemente forestal, se ha calculado que posee un 72.8% de su área como de vocación forestal (4), pero las costumbres y tradiciones de la población, han hecho desarrollar una actividad económica netamente agrícola, lo cual ha contribuido a la degradación de grandes extensiones de suelo y ha incidido en el desequilibrio de diferentes ecosistemas.

Los sistemas agroforestales que podrían ayudar a solucionar la situación descrita son sistemas que integran la producción de cultivos agrícolas anuales y permanentes y/o pastos con árboles forestales, en un mismo lugar durante un tiempo determinado, orientado a la obtención de mayores beneficios económicos, ecológicos y edáficos por unidad de superficie.

En Guatemala es común verse algunos casos de asocio de especies forestales con cultivos agrícolas así como con pastos, tales como: árboles valiosos con cultivos permanentes y anuales (para la producción de madera de aserrío) árboles de menor valor con cultivos anuales y permanentes (para la producción de leña), árboles con pastos (producción de ganadería), barreras rompevientos (protección de los cultivos al viento), cercos vivos, árboles frutales con cultivos agrícolas.

### 2. DEFINICIONES DE SISTEMAS AGROFORESTALES:

- 1) Es el conjunto de técnicas de manejo de tierras que impliquen la combinación de árboles forestales con cultivos, con la ganadería o una combinación con ambos. Tiene como objetivo optimizar la producción por unidad de superficie, respetando el principio del rendimiento sostenido (3).

Combe y Budowski (2) señalan algunas otras definiciones de sistemas agroforestales por otros autores.

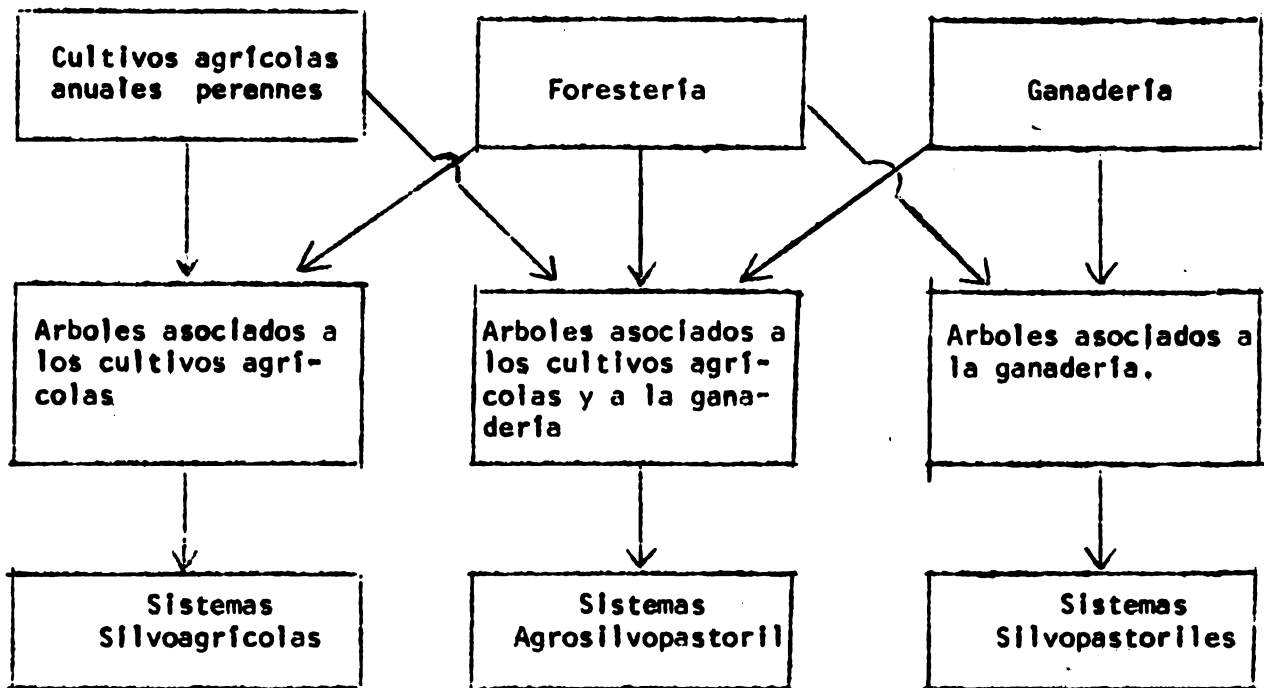
2. En un trabajo titulado "La Agrosilvicultura, falta mucho por hacer" los redactores de la revista UNASYLVA, la definen como un método que busca las diversas formas de armonizar los cultivos agrícolas y forestales.
3. BENE et al: define como término Agroforestal, como un sistema de ordenamiento de suelos, según el principio de rendimiento sostenido, el cual permite aumentar la producción total y combinar simultáneamente o de una manera escalonada los cultivos agrícolas, forestales y/o pecuarios, aplicando las prácticas que son compatibles sin las limitaciones culturales de la población local.

4. **DOUGLAS:** considera como todo un cultivo de plantas y levante de animales que forman parte de un sólo ciclo biológico, considerando cada unidad de una explotación como un todo, más concretamente el componente forestal debe estar integrada a la agricultura, a la ganadería y a la horticultura a fin de aumentar el rendimiento y optimizar la conservación de una superficie determinada.
5. **KING,** lo define como la producción de alimentos en tiempos iguales y sobre las mismas superficies que los cultivos forestales permanentes.
6. **SVANQUIST:** lo define como dos técnicas que permiten la combinación de la agricultura con la silvicultura, y los resume bajo los términos de sistemas agrosilviculturales.
7. **BUDOWSKI:** lo define como la combinación de árboles en el espacio o en el tiempo, ya sea con los cultivos, con la ganadería o con los dos a la vez, a fin de obtener un sistema de producción estable que beneficie a la población rural.
8. **FAO:** Es el método de producción forestal combinado con la producción agrícola sobre una misma superficie.
9. **FLINTA:** lo describe como plantaciones en asociación con cultivos agrícolas varias técnicas que tienen por objeto la producción simultánea sobre una misma superficie, de productos forestales y cultivos anuales o perennes.
10. **HESMER:** son todas las formas de utilización de la tierra en los cuales un cultivo agrícola y un cultivo forestal, son prácticamente simultáneo sobre una misma superficie.
11. **STEINLIN:** es un sistema que permite simultáneamente un rendimiento en alimentos y/o en productos de consumo, así como de productos forestales como madera para leña, de construcción, corteza, resina, etc.

Analizando las definiciones anteriores puede notarse la similitud de las mismas, en cuanto a la asociación de árboles forestales con cultivos agrícolas en una misma superficie, con el objeto de obtener productos alimenticios y forestales, como satisfactores de las necesidades humanas.

### 3. SISTEMAS AGROFORESTALES:

Combe y Budowski (2) consideran como combinaciones posibles en los sistemas agroforestales las siguientes:



Dichas combinaciones pueden ser: permanentes (café con sombra) y temporales (sistema Taungya). Así mismo los sistemas agroforestales están repartidos regularmente y en forma irregular.

#### SISTEMAS SILVOAGRICOLAS

Entre estos tenemos los siguientes:

- 1) Agrosilvicultura (método Taungya)
- 2) Arboles de valor en los cultivos
- 3) Arboles frutales en los cultivos
- 4) Arboles productores de sombra en los cultivos y/o mejoradores de la fertilidad del suelo
- 5) Piscicultura en los bosques de manglar
- 6) Cercos vivos
- 7) Cortavientos (barreras de árboles)
- 8) Arboles sobre bordes de estanques piscícolas.

### SISTEMAS AGROSILVOPASTORILES:

Entre estos tenemos los siguientes:

- 1) Cultivos y ganadería simultánea en las plantaciones
- 2) Árboles asociados a los cultivos y ganadería
- 3) Cercos vivos alrededor de comunidades rurales

### SISTEMAS SILVOPASTORILES:

- 1) Pastoreo (o producción de forraje) en las plantaciones forestales
- 2) Pastoreo (o producción de forraje) en los bosques secundarios
- 3) Árboles de valor en los pastizales
- 4) Árboles de aserrío en los pastizales, mejoradores de la fertilidad del suelo por la fijación del nitrógeno
- 5) Árboles de sombra en los pastizales y/o mejoradores de la fertilidad del suelo.
- 6) Árboles productores de forraje
- 7) Árboles frutales en los pastizales
- 8) Cercos vivos
- 9) Cortavientos.

Según Combe y Gewald (3) para las técnicas agroforestales se han formulado 3 hipótesis:

- 1) Hipótesis Económica: Presume que las combinaciones de los diferentes componentes de un sistema agroforestal, les permiten obtener mayores ingresos por unidad de superficie, en comparación al ingreso obtenido por un sólo componente
- 2) Hipótesis Ecológica: Se presume que los componentes que están en asociación en un sistema agroforestal, contribuyen a la conservación del medio ambiente, del suelo de la fauna y de otros factores que afectan el equilibrio ecológico, siempre que dicha combinación tenga similitud a la vegetación que podría ocurrir en la sucesión ecológica del lugar.
3. Hipótesis Silvícola: Se presume que los componentes de un sistema agroforestal pueden y deben ser manejados según los principios de la silvicultura clásica, tomando en cuenta las exigencias particulares de los cultivos, con los cuales son asociados. El tratamiento silvicultural adecuado constituye la condición para lograr optimizar los resultados positivos, tanto económicos como ecológicos, expuestos en las hipótesis anteriores.

Budowski G. (1), señala las siguientes ventajas y desventajas de los sistemas agroforestales en comparación a un monocultivo de valor económico.



### Ventajas biológicas

- Se captura una mayor cantidad de energía solar.
- Se logra una mejor utilización del espacio vertical y hasta cierto punto, se simulan los modelos ecológicos naturales en su forma y estructura.
- Hay mayor resistencia contra condiciones adversas de precipitación pluvial (tanto en excesos como sequías anormales).
- Se reducen las temperaturas extremas.
- Se reducen los daños causados por vientos fuertes y gotas de lluvia que caen con gran energía cinética.
- Se retornan al suelo mayor cantidad de materia orgánica por la caída de hojas, flores y ramas.
- Hay mayor eficiencia en el reciclaje de nutrientes que se han desplazado a través del perfil del suelo hacia áreas inaccesibles a los cultivos anuales o perennes. Así mismo las largas raíces, superficiales de los árboles pueden jugar un papel importante, tal como señaló Lundgren (1978): "el sistema radicular superficial de los árboles reduce la pérdida de nutrientes y suelos por lixiviación y erosión, mejora la porosidad y capacidad de infiltración del suelo y su aereación, y sus raíces profundas bombean nutrientes hacia la superficie para ser incorporados en la biomasa!"
- Los árboles y sus raíces también contribuyen a mejorar la estructura del suelo (Ver arriba) produciendo mayores cantidades de agregados estables y evitando (también fracturando) varias clases de estratos endurecidos. De este modo se favorece la percolación y habrá menos agua estancada sobre la superficie del suelo.
- Se presentan menos problemas de malezas, gracias a la reducción en la cantidad de luz que alcanza el suelo y por los posibles efectos del "mulching"
- La producción de mulch; particularmente si los árboles son podados, reduce la evaporación del agua del suelo, adiciona considerables cantidades de materia orgánica y reduce (o elimina) las necesidades de labranza.
- Muchos de los árboles están mejor capacitados para extraer nutrientes del suelo, a través de micorrizas. En el caso de muchas leguminosas (y representantes de otras familias) se puede fijar nitrógeno del aire a través de bacterias especializadas incorporadas en los tejidos vegetales.
- Muchos árboles previenen la erosión (hasta cierto punto), principalmente en laderas.
- La manipulación del estrato arbóreo a través de la poda (principalmente para controlar la densidad de las copas) puede constituir una herramienta para un mejor control de los procesos fenológicos, tal como floración y frutación, en beneficio de las plantas asociadas. Aun más, los árboles mismos pueden seleccionarse en base a su apropiada fenología (Hyxley, 1981), principalmente a su característica de ser caducifolios (Budowski, 1981).

- Se promueve mayor diversidad de la fauna a través de la creación de nuevos nichos, lo cual puede resultar ventajoso (e.g. animales como fuente de proteína, pájaros y otros predadores beneficiosos que controlan los insectos dañinos y roedores).
- La diversidad vegetal y su arreglo especial puede prevenir la proliferación de insectos.
- Los árboles pueden servir como apoyo de enredaderas de valor económico (ver ejemplo Okigbo, 1981).

#### Desventajas biológicas:

- Los árboles compiten por luz con las plantas asociadas en los estratos inferiores, lo cual puede disminuir los rendimientos y calidad de las plantas.
- Los árboles compiten por agua del suelo en tiempos de déficit de agua, esto es más pronunciado si los árboles mantienen sus hojas (y transpiran) en lugar de botarlas, durante los períodos críticos.
- Los árboles retienen parte de la lluvia en sus copas. Esto puede ser importante cuando las lluvias son ligeras. El escurrimiento del agua sobre los troncos puede redistribuir adversamente al agua disponible.
- La cosecha de los árboles puede causar daños mecánicos a los cultivos asociados.
- La mecanización se dificulta o se hace imposible.
- La manipulación del microrelieve en la superficie del suelo (surcos, montículos, etc.), para beneficiar cultivos, es más difícil o imposible.
- La humedad del aire en las cercanías del cultivo asociado puede aumentar (parcialmente debido al menor movimiento del aire), favoreciendo enfermedades fungosas.
- Las grandes gotas que coalescen y caen desde las partes altas de las copas de los árboles, pueden causar daño al cultivo asociado (por ej. en tiempos de floración de este).
- Los nuevos ambientes producidos por la adición de árboles pueden favorecer la proliferación de animales dañinos.
- Algunos árboles tienen efectos alelopáticos sobre los cultivos.

#### a) Ventajas sociales y económicas:

- Los granjeros obtienen, al menos, en parte beneficios económicos de los árboles que satisfacen sus necesidades de leña, postes, varas, madera de aserrío, ciertas frutas, alimento para el ganado, flores para miel, productos medicinales, etc. Ellos no necesitan comprar estos productos y transportarlos desde sitios lejanos.

- Los árboles que producen madera aserrable constituyen un capital estable y un seguro para resolver emergencias en el caso de necesidades inmediatas de dinero.
- Se cortan o se reduce la dependencia y las posibles catástrofes asociadas con monocultivos, principalmente en el caso de regímenes pluviométricos irregulares, fluctuaciones de mercado, explosiones de plagas, dificultad para adquirir productos de importación como pesticidas, fertilizantes, maquinaria o repuestos, concentrado para ganado, etc., además los precios de tales productos importados pueden (y frecuentemente esto ocurre) subir drásticamente.
- Hay menor necesidad de "importar" o pagar por energía, principalmente combustible y otros productos traídos de fuera del sistema.
- Las inversiones económicas asociadas al establecimiento de los árboles cosechables pueden reducirse considerablemente gracias a los beneficios obtenidos en los cultivos anuales durante los primeros años de crecimiento de los árboles. En algunos casos, se puede aumentar el número de años asignados para cultivos anuales por medio de raleo, poda o manipulación de las copas superiores, de modo que también se pueden obtener beneficios económicos adicionales (postes, leña) en los primeros estados de desarrollo de los árboles.
- La presencia de árboles usualmente reduce los costos de control de malezas.
- Los árboles pueden emplearse para cercar propiedades y convertirse en mecanismos preventivos contra la usurpación de tierras.
- Hay flexibilidad para distribuir la carga de trabajo durante el curso del año.
- Se puede favorecer la vida silvestre que se puede cosechar para obtener proteínas.
- Algunos esquemas permiten un cambio gradual de prácticas destructivas del uso del suelo hacia sistemas más estables sin reducir la productividad.
- Obviamente hay un campo considerablemente amplio para mejorar los sistemas agroforestales estables existentes y para el diseño de nuevos sistemas más productivos y con rendimientos mayores asociando las especies más deseables de plantas (y/o animales) en espacio y tiempo, basándose en la experiencia local y mundial.

b) Desventajas sociales y económicas:

- En ciertos casos, sobre la misma área, los rendimientos de los cultivos (o pastos) pueden ser menores que los de monocultivos, aunque el valor combinado de cultivos y árboles puede ser mayor, se requiere un mayor número de años para que los árboles alcancen valor económico.

- Se puede requerir más mano de obra, lo cual es un factor negativo cuando ésta es escasa y cara de modo que la mecanización parece ser una mejor alternativa.
- La agroforestería se asocia frecuentemente con los sistemas de la gente pobre, en los que se hace muy poco esfuerzo para mejorar las prácticas, tales como la selección de variedades mejoradas o uso de fertilizantes, y no existe control de plagas. En este sentido, se argumenta que muchas de las prácticas agroforestales no estimulan a los pequeños agricultores a abandonar su status socioeconómico asociado con pobreza y niveles de subsistencia.
- En área deprimida, la recuperación económica puede tomar mayor tiempo (que con cultivos muy rentables) debido al intervalo de tiempo requerido para obtener árboles cosechables.
- En área densamente pobladas y con pocos recursos de tierra, donde la sobrevivencia depende de la próxima cosecha, puede darse mucha resistencia para plantar o cuidar los árboles. En el caso particular de "Taungya" donde se emplea la mano de obra barata para establecer árboles de cooperación con agricultores nómadas que no son propietarios de la tierra, puede considerarse socialmente inadecuado, de corte esencialmente colonialista o como cualquier otra práctica asociada con la explotación de los pobres.
- Hay una gran escasez de personal entrenado que maneje o mejore los sistemas agroforestales existentes, que diseñe nuevos sistemas e instale parcelas demostrativas.
- La agroforestería es más compleja y menos comprendida que los monocultivos lo cual puede ser un impedimento para atraer científicos, extensionistas o granjeros con mayor educación agrícola. Además es mucho más difícil el diseño experimental de asociaciones complejas (en tiempo y espacio) susceptibles de análisis estadísticos. Este puede difícilmente hacerse en las parcelas existentes, como los diseñados por los granjeros, debido a la imposibilidad de controlar o manipular las variables. Así, evaluar las prácticas agroforestales y compararlas con monocultivos se convierte en un trabajo largo y difícil y costoso que aparentemente sólo puede llevarse a cabo eficientemente por estaciones experimentales selectas con disponibilidad de tierras apropiadas, dinero y especialistas de diferentes disciplinas.
- Hay escasez de conocimientos sobre las potencialidades de la agroforestería entre decisores, lo que se traduce en escasez y falta de fondos para programas de investigación y extensión. Las reacciones adversas resultantes de falsas premisas (e. g. árboles milagrosos) aun pueden empeorarse esta mala impresión.

Especies Forestales utilizadas en Guatemala en sistemas agroforestales (4, 5, 6, 7 y observación personal).

LUGAR	ESPECIE FORESTAL	NOMBRE COMUN	CULTIVO
Parc.Máquina	Caesalpinia velutina	Aripín	Zea mays
Parc.Máquina	Leucaena leucocephala	Leucaena	Zea mays
Escuintla	Gliciridia sepium	Madrecacao	Zea mays
Mazatenango	Terminalia oblonga	Volador	Theobroma cacao
Mazatenango	Roseodendrum Donnell Smithii	Palo blanco	Theobroma cacao
Mazatenango	G. sepium	Madrecacao	Coffea arabiga
Altiplano	Pinus spp.	Pino	Z. mays
Altiplano	Pinus spp.	Pino	Triticum sp.
Altiplano	Pinus spp.	Pino	Hortalizas
Altiplano	Grevillea robusta	Gravilea	C. árabiga
Teculután	Crescentia alata	Morro	Pastos
Oratorio	Crescentia alata	Morro	Pastos
Escuintla	Enterolobium cyclocarpum	Conacaste	Pastos
Zonas cafetaleras de Guatemala	Inga spp.	Cushin, paterna, plátano y laurel	C. árabiga
	Musáceas		
	Cordia alliodora		
Progreso	Gliciridia sepium	Madrecacao	Z. mays
Progreso	C. velutina	Aripín	Z. mays
Progreso	Cajanus cajan	Gandul	Z. mays
Progreso	L. leucocephala	Leucaena	Z. mays
Progreso	Spondias sp.	Jocote tronador	Z. mays
San José Pinula	Cupressus lusitánica	Ciprés común	Pastos
Norte de Alta	Cordia alliodora, Pimienta dioica, Inga sp.	Laurel, pimienta	Eletaria cardamomun
Verapaz			
Purulhá	Pinus sp.	Pino	C. árabiga
Amatitlán	Picus sp.	Amate	C. árabiga
Casillas	Pinus oocarpa	Pino	Z. mays
Escuintla	Citricus	Naranja	Ananas sp.
Santa Rosa	Casuarina	Pastos	Pastos
" "	Cordia alliodora	Laurel	Ananas sp.
" "	Cupressus lusitánica	Ciprés	Z. mays
Huité	C. velutina	Aripín	Z. mays
Atescatempa	Melia azedarach	Paraíso	C. árabiga
Amatitlán	Spondias sp.	Jocote	C. árabiga

Especies forestales para leña y otros usos que puedan asociarse con cultivos agrícolas en Guatemala

Especie	Temperatura C	Precipitacion	Alt. m. s.n.m.	Cultivos
Caesalpinia velutina	24°	500 mínimo	0- 400	(maíz)
Gliricidia sepium	22 - 30°	1500 - 2300	hasta 1600	Cercos vivos (maíz)
Leucaena leucocephala	Tropical	600 - 1700	hasta 500	(maíz pasto)
Guazuma ulmifolia	Tropical	700 - 1500	hasta 1200	(forraje)
Muntingia calabura	Tropical	700 - 2000	100 - 1300	(forraje)
Gmelina arborea	hasta 52°	750 - 4500	Hasta 1000	(maíz)
Ingas spp.	Trop. húmedos	Húmedos y secos	Bajas y pie montaña	(café)
Alnus acuminata	4° - 27°	1000 - 3000	1200 - 3200	(pasto)
A. jorullensis	4 - 27			
Melia azedarach	Hasta 18 - 22°	800 - 1000	200 en adelante	(café maíz)
Eucalyptus camaldulensis	20 - 30°	200 - 1250	Prefiere zonas bajas	(pasto, maíz)
E. tereticornis	20°- 30°	400 - 1200	Zonas bajas	(maíz)
Pithecolobium dulce	Cálido tropical	450 en adelante	0 - 1800	(cerco vivo)
Tectona grandis	Tropical	Húmedos	Zonas bajas	(maíz)
Eucalyptus saligna	Trópico (suelos volcánicos)	Muy húmedos 3472	Zonas bajas y pie de montaña	(maíz)

BIBLIOGRAFIA

1. BUDOWSKI G., 1981. Aplicabilidad de los sistemas agroforestales. Costa Rica, Turrialba, CATIE. 7 p.
2. COMBE J. y BUDOWSKI G., 1978. Clasificación de las técnicas agroforestales una revisión de literatura. Costa Rica, Turrialba, CATIE 48 p.
3. \_\_\_\_\_ y GEWALD N. eds. 1979 Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Costa Rica, Turrialba, CATIE. 378 p.
4. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1977. Estudios para la reforestación nacional de Guatemala. Guatemala. 55 p.
5. MARTINEZ H., 1983. Los sistemas agroforestales. Guatemala, Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía, INAFOR-CATIE-ROCAP. 16 p.
6. \_\_\_\_\_, 1983. Algunos casos de agroforestería observados en Guatemala, Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía INAFOR-CATIE/ROCAP. 9 p.
7. \_\_\_\_\_, 1981. Algunas especies aptas para leña. Guatemala, Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía INAFOR-CATIE/ROCAP. 44 p.
8. \_\_\_\_\_ y ZANOTTI 1983. Informe anual Proyecto Leña. Guatemala, Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía INAFOR-CATIE/ROCAP 55 p. y anexos.
9. PADILLA F., 1984. Especies utilizables en sistemas agroforestales. Guatemala, Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía INAFOR-CATIE/ROCAP 5 p.