

CURSO SOBRE PLANTACIONES PARA PRODUCCION DE LEÑA

Amatitlán, Guatemala

5-7 de marzo de 1984

/Documentos/

CONTENIDO:

1. Algunas especies nativas para producción de leña en Guatemala
Donal R. Morán
2. Especies probadas en ensayos en la zona semi-árida de Guatemala
Pedro Wotowiec
3. Mensuración y manejo de datos Proyecto Leña Guatemala INAFOR-CATIE/ROCAP
Rudy F. Herrera
4. Sistemas agroforestales
Francisco A. Padilla Q.
5. Sistemas agroforestales para producción de leña
Carlos E. Estrada B.

**ALGUNAS ESPECIES NATIVAS PARA PRODUCCION
DE LEÑA EN GUATEMALA**

Donal R. Morán

**Trabajo presentado en el Curso sobre Plantaciones
para Producción de Leña. Amatitlán, Guatemala,
5 - 7 de marzo de 1984**

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
INSTITUTO NACIONAL FORESTAL
Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía
Guatemala, Guatemala 1984**

ALGUNAS ESPECIES NATIVAS PARA PRODUCCION DE LEÑA EN GUATEMALA

Donal R. Morán L. 1)

1. INTRODUCCION

La leña y el carbón, han sido por tradición el combustible doméstico más utilizado para la cocción de los alimentos de la población guatemalteca y las principales fuentes energéticas la constituyen las especies nativas que conforman la masa boscosa del país.

Según Martínez y Zanotti, 1983 (4), Guatemala es uno de los países centro-americanos con mayor participación de la leña en el balance energético nacional, estimándose que hasta un 62% del total de la energía consumida en el país proviene de la biomasa, siendo la leña quien más aporta (hasta 60% del total de energía consumida).

Según Martínez citado por Zanotti (3) el promedio aproximado derivado de estudios locales, es de 1.8 m³/persona/año.

Según Zanotti 1983 (5) en el interior del país el precio por metro cúbico fluctuaba entre Q.8.00 y Q.12.00 (Q.1.00 = US \$ 1.00) en 1982, mientras en la ciudad de Guatemala el precio al intermediario era de aproximadamente Q.18.00 el metro cúbico estereo.

Ante la creciente intensidad del consumo de leña, vale la pena pensar en la necesidad de establecer plantaciones energéticas, tratando al máximo de ampliar y profundizar la investigación silvicultural mediante la aplicación de distintas metodologías y técnicas de manejo que permitan conocer la capacidad productiva de las especies nativas de Guatemala.

2. ESPECIES NATIVAS PRODUCTORAS DE LEÑA

Son las especies forestales originarias de una región o país; las cuales se desarrollan bajo condiciones ecológicas y edáficas locales.

2.1 Importancia de las especies nativas para producción de leña

Su importancia estriba por lo general en los múltiples usos y utilidades como productores de leña, carbón, madera de construcción, postes, forrajes,

1) Asistente de Investigación, Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía. Acuerdo INAFOR-CATIE/ROCAP.

cortinas rompevientos, ornamentales, agroforestería, etc.

2.2 Ventajas de las especies nativas para leña

1. Estan adaptadas a las condiciones locales.
2. Son aceptadas, por la población por tradición.
3. Existe suministro local de semillas.
4. Se localizan plantaciones o rodales naturales para leña.
5. Su reproducción es relativamente fácil.
6. Algunas especies rebrotan y son de rápido crecimiento.

2.3 Desventajas

1. No todas las especies tienen la capacidad de rebrote y rápido crecimiento.
2. En la actualidad no se cuenta con suficiente información técnica sobre el manejo silvicultural de las especies nativas para productoras de leña.

A continuación se presentan dos cuadros; el cuadro número 1 presenta las especies nativas para producción de leña con que está trabajando el Proyecto Leña en algunas zonas del país y algunas características climáticas.

El cuadro número 2 contiene las características climáticas de los sitios donde se han plantado especies nativas para producción de leña en Guatemala.

Cuadro 2. Características climáticas de los sitios donde se han plantado especies nativas para producción de leña en Guatemala.

LUGAR	Altitud en msnm	TMA °C *	PMA en ** mm	Distribución de lluvias	Zonas de Vida
Atscatempa	620	26.0	620	02 03 07	bs - S
Barcena	1450	21.4	1129.0	05 01 06	bh - S (t)
Concepción Las Minas	1000	27.4	1743.0	06 01 05	bmh - S (t)
Chicacao	840	25.0	4707.0	10 02 00	bmh - S (c)
Cuacalate	100	27.6	2500.0	06 02 04	bmh - S (c)
Granja Penal Canadá	346	25.5	3157.0	08 02 02	bmh -S (c)
Hutté	250	Desconocida	595.0	03 01 08	me-S
La Máquina	100	27.0	1860.0	06 03 03	bmh -S (c)
La Nueva Concepción	50	27.0	1618.0	06 01 05	bmh - S (c)
Mazanango	371	25.9	2862.0	08 04 00	bmh - S (c)
Morazán	360	27.8	774.0	04 03 05	bs - S
Paltín	1080	Desconocida	2249.0	06 02 04	bmh-S (c) bh-S (t)
Palo Gordo	242	Desconocida	2042.0	07 01 04	bmh-S (c)
Palo Amontonado	517	24.1	470.0	01 05 06	me-S
San Gabriel	346	25.5	3158.0	08 02 02	bmh-S (c)
San Juan Ermita	471	Desconocida	979.0	04 03 05	bh-S (t)
Santa Rita	516	24.1	470.0	01 05 06	me-S
Tierra Blanca	517	24.1	470.0	01 05 06	me-S

* TMA °C: Temperatura media anual expresada en grados centígrados.

** PMA en mm: Precipitación media anual expresada en milímetros.

FUENTE: DE LA CRUZ S., J.R., Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala a nivel de reconocimiento.

<i>Pithecolobium dulce</i>	Jaguay	Hasta 1800	Desconocida	450	-	1600
<i>Pithecolobium leucospermum</i>	Palo obero	Hasta 650	Desconocida	400	-	1000
<i>Prosopis juliflora</i>	Campeche negro	Hasta 1500	Desconocida	150	-	750
<i>Sapindus saponaria</i>	Jaboncillo	Hasta 600	Desconocida	Desconocida		
<i>Sickingia salvadorensis</i>	Tapalcuites	Hasta 650	Desconocida	Desconocida		
<i>Simarouba amara</i>	Jocote mlco	Hasta 800	Desconocida	Desconocida		
<i>Tabebuia pentaphylla</i>	Matilisguate	Hasta 1600	Desconocida	600	-	1000
<i>Tecoma stand</i>	Timboque	Hasta 1600	Desconocida	400	-	1900
<i>Terminalia oblonga</i>	Volador	Hasta 600	Desconocida	Desconocida		
<i>Thouinidium decamdrum</i>	Zorrillo	Hasta 700	Desconocida	Desconocida		
<i>Senizolobium parahybum</i>	Plumajillo	Hasta 650	Desconocida	Desconocida		

Cuadro 1. Presenta las especies nativas para producción de leña con que está trabajando el Proyecto Leña en algunas zonas del país y algunas características climáticas.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ALTITUD EN msnm	TMA °C	PMA EN mm
<i>Acacia centralis</i>	Yaje blanco	Hasta 600	24.1	400 - 1200
<i>Acacia deamii</i>	Orotoguaje	Hasta 650	24.1	400 - 1200
<i>Acacia famesiana</i>	Subin	Hasta 620	24.1	400 - 1200
<i>Albizia guachapele</i>	Ceibillo	Hasta 900	24.1	400 - 1200
<i>Albizia longipedata</i>	Palo lagarto	Hasta 1000	24.1	400 - 1200
<i>Applanesia paniculata</i>	Madre flecho	Hasta 650	24.1	400 - 1200
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Plumajillo	Hasta 900	25 - 30°C	600 - 1400
<i>Caesalpinia velutina</i>	Aripth	Hasta 900	20 - 28°C	400 - 1500
<i>Calliandra calothyrsus</i>	Cabello de Angel	Hasta 1500	Desconocida	+ de 1000
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	Hasta 700	Desconocida	Desconocida
<i>Cordia dentata</i>	Tigulote	Hasta 650	Desconocida	Desconocida
<i>Colubrina ferruginosa</i>	Chaquirre	Hasta 600	Desconocida	Desconocida
<i>Diphysa robinoides</i>	Guachipilín	Hasta 2000	Desconocida	Desconocida
<i>Diphysa spinosa</i>	Chilezope	Hasta 1500	Desconocida	Desconocida
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Conacaste	Hasta 600	Desconocida	Desconocida
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	Hasta 1200	20 - 30°C	700 - 1500
<i>Gliricidia septium</i>	Madrecacao	Hasta 1600	22 - 30°C	1500 - 2000
<i>Gyrocarpus americana</i>	Ballador del cerro	Hasta 650	24.1	400 - 1200
<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Brasil	Hasta 550	24.1	400 - 1200
<i>Inga fissicalix</i>	Cuje	Hasta 1600	24.1	Desconocida
<i>Inga vera</i>	Patama	Hasta 1600	24.1	Desconocida
<i>Karwinskia calderonii</i>	Guiliguiste	Hasta 1000	24.1	Desconocida
<i>Leucaena leucocephala</i>	Yaje	Hasta 500	20 - 28°C	600 - 1700
<i>Leucaena sp.</i>	Guaje	Hasta 500	20 - 28°C	600 - 1700
<i>Leucaena diversifolia</i>	Yaje común	Hasta 2300	24 - 28°C	400 - 1700
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	Chaperno	Hasta 1400	26.0	400 - 1500
<i>Lysiloma aurita</i>	Sare negro	Hasta 650	Desconocida	620 - 1600
<i>Lysiloma kellermanii</i>	Quebracho	Hasta 650	Desconocida	620 - 1600
<i>Crecentia alata</i>	Morro	Hasta 600	Desconocida	400 - 1000

BIBLIOGRAFIA

1. DE LA CRUZ, J.R., 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, C.A. pp 13-35.
2. INSIVUMEH, 1979-80. Datos meteorológicos de Guatemala. Guatemala . pp 54-343.
3. MARTINEZ H., 1983 a). Proyecto Leña en Guatemala: In III Seminario Latinoamericano de Bioenergía. Guatemala, CATIE-INAFOR. 11 p.
4. MARTINEZ H. y ZANOTTI, 1983. Informe Anual Proyecto Leña Guatemala; Guatemala, diciembre de 1983. pp. 1-18.
5. MARTINEZ H., 1981. Algunas especies aptas para leña. Guatemala, marzo 1981. pp. 3-42.
6. WOTOWIEC, P., 1984. Especies para leña en zonas secas de Guatemala: In Curso sobre técnicas de vivero en la producción de especies para leña. Amatitlán, Guatemala, 9-10 febrero 1984. pp 5-19.
7. ZANOTTI R., 1984. Especies para producción de leña en la Costa Sur. In Curso sobre técnicas de vivero en la producción de especies para leña, Amatitlán, Guatemala, 9-10 de febrero de 1984.

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

Pedro Wotowiec

**Trabajo presentado en el Curso sobre Plantaciones
para Producción de Leña. Amatitlán, Guatemala,
5 - 7 de marzo de 1984**

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
INSTITUTO NACIONAL FORESTAL
Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía
Guatemala, Guatemala 1984**

ESPECIES PROBADAS EN ENSAYOS EN LA ZONA

SEMI-ARIDA DE GUATEMALA

Pedro Wotowiec 1)

1. INTRODUCCION

Las zonas secas orientales del país han sido identificadas 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. CARACTERÍSTICAS DE LAS REGIONES SECAS DE GUATEMALA

La región seca del país está ubicada principalmente en la cuenca del Río 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 indica 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).

1) Ing. Fta. Voluntario del Cuerpo de Paz.

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 leguminosae 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.

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

SITIO	(1)	(1)	(1)	(2)	(3)	(4)	(4)		Textura		
	Altitud snm	TMA °C	PMA mm	Dist. de Precip.	Zona Vida	pH	Microgr/ML suelo Fósforo	MEQ/100 ML suelo CA		MG	
Monazán	360	27.2	805.5	04-03-05	bs-S	6.8	3.00	38	12.9	5.76	Franco Arenosa
Palo Amontonado	450	24.1	470	01-05-06	me-S	6.8	3.00	168	+30.00	8.01	Franco Arenosa
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 de Guatemala a nivel de reconocimiento INA FOR, Guatemala.

(4) INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLA (ICTA), Laboratorio de Suelos, Guatemala.

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 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.

SITIO ESPECIE	Morazán		Palo Amontonado		Tierra Blanca	
	S%	Alt.(dm)	S%	Alt(dm)	S%	Alt (dm)
Leucaena diversifolia (Progreso)	94	021	75	009	100	007
Parkinsonia aculeata	97	019	91	009	98	006
Acacia tortilis			91	007	100	005
Cassia siamea	98	017	82	004	83	002
Tecoma stans	94	016	64	003	85	003
Acacia farnesiana	98	015	95	006	100	005
Lysiloma kellermanii	100	015	73	006	100	006
Acacia pennatula	97	014	84	005		
Acacia centralis	82	014	66	004	95	003
Lysiloma aurita	97	014	42	004		
Haematoxylon brasiletto	98	013	91	005	100	005
Glicicidia sepium	97	012	95	004	100	004
Acacia deamii	97	012	84	006	98	003
Caesalpinia velutina	96	012	80	002	100	001
Guazuma ulmifolia	94	012	60	004		
Albizia guachepele	98	011	84	003	98	003
Cordia dentata	98	011	86	004	97	003
Lonchocarpus minimiflorus	98	009	86	002	100	002
Prosopis juliflora	98	009	97	006	100	005
Tabebuia roseae	97	008	84	002	92	002
Cassia emarginata	93	008	82	004		
Pithecolobium leucospermum	96	008	88	006	100	004
Pithecolobium dulcis	98	008	66	005	100	004
Enterolobium cyclocarpum	95	007	82	004		
Thounidium decandrum	90	005	46	001	89	001
Simarouba amara	85	002	79	001	97	001
Leucaena leucocephala K67			93	006		

Continuación...

ESPECIE	SITIO		Palo Amontonado		Tierra Blanca	
	Morazán		S%	Alt.(dm)	S%	Alt (dm)
<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>Dtphysa fibrifunda</i>			95	004	100	008
<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		
<i>Gleditsia triacanthos</i>			88	003	100	002
<i>Gyrocarpus americana</i>			64	002	95	002
<i>Poepigiana 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>Gliricidia sepium</i></u>	(Madrecacao)	Nativa

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

<u>Melia azedarach</u>	(Paraiso)	Naturalizada
<u>Cassia siamea</u>	(Flor amarilla)	Naturalizada
<u>Tecoma stans</u>	(Flor amarilla)	Nativa
	(Chacté)	
<u>Acacia pennatula</u>	(Sare negro)	Nativa
<u>Acacia centralis</u>	(Yaje Blanco)	Nativa
<u>Lysiloma aurita</u>	(Sare espino)	Nativa
<u>Acacia deamii</u>	(Orotoguaje)	Nativa
<u>Caesalpinia velutina</u>	(Aripín)	Nativa
<u>Guazuma ulmifolia</u>	(calulote)	Nativa
<u>Albizia guachepele</u>	(Lagarto)	Nativa
<u>Tabebuia rosea</u>	(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.	RECIMIENTO
				MAX.	MED.	MIN.		TEK.	DRE.							
<i>Cassia alata</i> (Leguminosae) (Native)	0 - 200 m.	600 - 1500	3 - 7 meses	30° - 35°C	30° - 28°C		mS bS bS	Arenoso a Franco Arcilloso	Moderado a bueno	5.8 salino hasta alcalino	Léña, pasta, hondo, viga, control eno- sión, abejas, sación.	BAÑEFOR Recolección propia	84 horas seco al tiempo	Siembra directa en bolsa	3 - 13 días	4 - 8 M ³ /Ha/año resultados preli- minares
<i>Cassia alata</i> (Leguminosae) (Native)	0 - 1500	500 - 1500	4 - 8 meses	33 - 38°C	34 - 28°C	20 - 24°C	bS bS mS	Arenoso a Franco Arenoso	Buena	Neutro o ácido	Léña, pasta, control eno- sión, mu- saje, abejas.	Recolección propia	Agua al tiempo 84 horas	Siembra directa bolsa	3 - 13 días	11-30 M ³ /Ha/año
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> (Myrtaceae) (Bedsica)	0 - 1400	600 - 1250	4 - 7 meses	22 - 30°C	13 - 20°C	4 - 14°C	mS bS	Rango amplio	Tolera inundaciones	Acido a alcalino	Léña, pasta, hondo, viga, control eno- sión, forraje abejas, sación.	Australia BLSF	Ninguno	Bolsa	3 - 14 días	10 - 32M ³ /Ha/año
<i>Guazuma ulmifolia</i> (Sapotaceae) (Native)	0 - 1200	700 - 1000	4 - 7 meses		Clima templado y subtropical.		bS bS	Franco Arenoso hasta Franco Arcilloso	Moderado a bueno	6-7 en el proc. prob. más amplio	Léña, control eno- sión, viga, cabos, muebles sación, forraje abejas, sación.	Recolección propia	Lávete en agua al tiempo	Bolsa	3 - 11 días	7
<i>Gliricidia sepium</i> (Leguminosae) (Native)	0 - 1500	500 - 2500	Hasta 7 meses	22° - 30°C			mS bS	Rango Amplio		Neutro a Alcalino	Léña, hondo, pasta, hondo, fije nitrógeno, control eno- sión, forraje, cabos, abejas.	Recolección propia	Agua al tiempo 24 horas	Siembra directa bolsa sación	3 - 10 días	7
<i>Leucaena diversifolia</i> (Leguminosae) (Native)	300- 2000	600 - 1700	Hasta 7 meses	24 - 28°C	en El Progreso		mS bS bS	Rango Amplio	Moderado a bueno	Neutro o Alcalino	Léña, hondo, pasta, hondo, viga, fije nitrógeno, control eno- sión, forraje, abejas, sación.	Recolección propia	Agua caliente 24 horas	Siembra directa bolsa	3 - 20 días	7
<i>Melia azadirachta</i> (Meliaceae) (Native)	0 - 2500	800 - 1000	3 - 8 meses		Clima tropical calido húmedo		bS mS	Rango amplio	Buena	6 - 7 El Progreso pero prob. más amplio.	Léña, viga, muebles, abejas, sación.	Recolección propia	Agua caliente 72 horas	Siembra directa bolsa	21 - 24 días	7
<i>Parkia aculeata</i> (Leguminosae) (Native)	0 - 1000	200 - 1000	3 - 9 meses	22 - 32°C	20 - 28°C	20 - 26°C	bS mS	Rango amplio	Moderado a bueno	Neutro a alcalino	Léña, pasta, hondo, control eno- sión, sación, fije nitrógeno.	Recolección propia BLSF	Agua caliente 72 horas	Siembra directa bolsa	3 - 10 días	7
<i>Prosopis juliflora</i> (Leguminosae) (Native)	0 - 2000	150 - 750	3 - 8 meses	22 - 34°C	13 - 26°C	14 - 22°C	mS	Rango amplio	Buena	Neutro a alcalino	Léña, pasta, hondo, control eno- sión, forraje para animales y abejas.	Recolección propia	Agua caliente 72 horas	Bolsa siembra directa	3 - 10 días	3 - 5 M ³ /Ha/año

• Quiero decir que este especie posiblemente crece en esta zona de vida pero hay alguna duda sobre su sobrevivencia a largo plazo y la rapidez de su crecimiento.

• Las variedades se hacen así:

- Agua al tiempo 84 horas = remojo en agua al tiempo por 84 horas.
- Lavado en agua al tiempo = Lavete en agua al tiempo hasta que no salga una substancia mucosa.
- Agua caliente 84 horas = sejoja en agua caliente (como no herviendo) y dejada enfriar y remojar por 84 horas.
- Agua caliente 72 horas = sejoja en agua caliente (como no herviendo) y dejada enfriar y remojar por 84 horas.

En las zonas medias se usa (750 mm de precipitación anual en una estación seca de 4 a 6 meses) las especies Gliricidia sepium y Guazuma ulmifolia arbores 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.

**MENSURACION Y MANEJO DE DATOS
PROYECTO LEÑA GUATEMALA
INAFOR-CATIE/ROCAP**

Rudy E. Herrera

**Trabajo presentado en el Curso sobre Plantaciones
para Producción de Leña, Amatitlán, Guatemala,
5 - 7 de marzo de 1984**

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
INSTITUTO NACIONAL FORESTAL
Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía
Guatemala, Guatemala 1984**

MENSURACION Y MANEJO DE DATOS
PROYECTO LEÑA GUATEMALA
INAFOR-CATIE/ROCAP

Rudy E. Herrera 1)

INTRODUCCION

El Proyecto Leña por trabajar con especies que son de rápido crecimiento, con capacidad de rebrote, los aprovechamientos se realizan a corto plazo para cuantificar producción de biomasa y por lo corto de la duración del Proyecto (5 años), es necesario obtener toda la información de las especies probadas, de esta manera poder utilizar los resultados y extrapolar las experiencias a regiones con las mismas condiciones climáticas y edáficas a mayores extensiones.

En este documento se indica el manejo que se ha dado hasta al momento a las parcelas y la forma de recopilación de datos de los diferentes ensayos establecidos en Guatemala por el Proyecto Leña.

1. DELIMITACION Y TAMAÑO DE LAS PARCELAS

El criterio a seguir en la delimitación de las parcelas ha sido uniformizado por el Proyecto Leña; la orientación de cada parcela se hace preferentemente hacia el norte por facilidad de localización.

En el caso de un ensayo formal, el diseño del ensayo determina el tamaño de las parcelas, límites, repeticiones, etc. Para una parcela de crecimiento si se desea delimitarla en un rodal viejo se elige en un área que sea una muestra representativa del comportamiento de la especie, una parcela de 49 árboles.

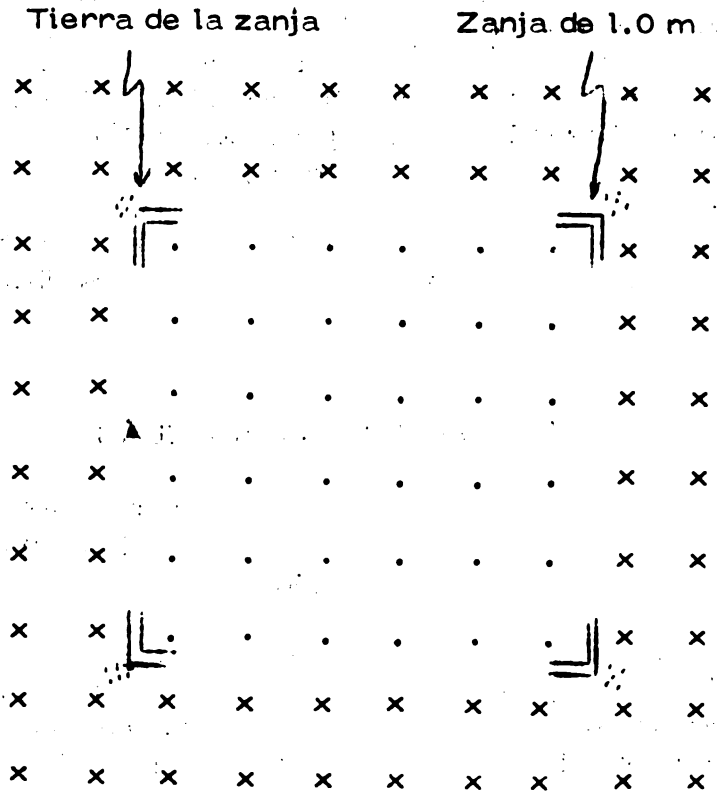
Cuando se delimita en un rodal nuevo, o sea, establecido por el Proyecto se delimitan las parcelas, orientadas hacia el norte, con un número de 49 ó 36 árboles, evaluando el total de árboles, o bien, 25 ó 16 árboles centrales respectivamente; cuando la delimitación es en cercos vivos, se hace una selección de 90 árboles, en 3 cercos de 30 árboles cada uno, luego se dividen los cercos en tres parcelas de 10 árboles cada una, evaluando los 10 árboles ().

2. MARQUEO DE LAS PARCELAS

El método más utilizado por el Proyecto Leña para marcar las parcelas es:

1) Ingeniero Agrónomo. Silvicultor-Investigador Proyecto Leña INAFOR-CATIE/ROCAP, Guatemala.

en las primeras etapas de crecimiento de las especies para leña son zanjas en los extremos de las parcelas a escuadra de 1.0 metro por lado con una profundidad aproximada de 0.3 a 0.4 m, desalojando la tierra en cada medición que se le haga a los arbolitos; cuando la especie adquiere un grosor en el fuste que permite hacerle números se marcan con pintura spray de un color vivo (rojo, rojo fluorescente, etc.) que se logre identificar rápidamente; el marcado se hace en orden correlativo (1- 49, 1-36, etc).

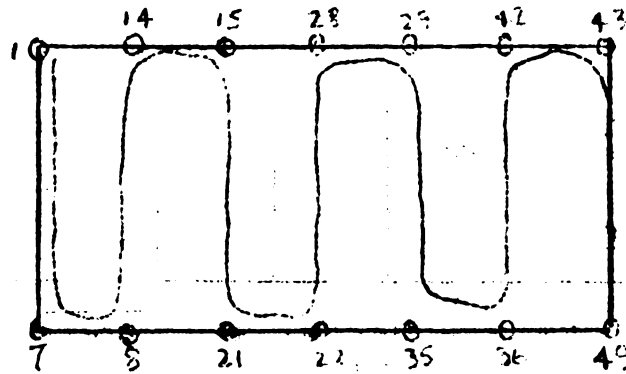


PARCELA DE 6 x 6 ARBOLES

3. METODO DE MEDICION E INSTRUMENTOS UTILIZADOS:

3.1 Método de medición:

Por la importancia que representa llevarle el record de crecimiento a la parcela y en especial a cada árbol en cuanto a incremento en altura y diámetro principalmente, se sigue el método de medición de la parcela de norte a sur en sentido de zig-zag (ver esquema); de esta manera no se pierde el número correlativo del árbol, lo cual daría problema para mediciones posteriores, y equivocaciones por otros técnicos que realicen las mensuraciones.



3.2 Instrumentos utilizados

El Proyecto Leña por trabajar con especies de rápido crecimiento y que rebrotan, los aprovechamientos se hacen a corto plazo, los árboles no han alcanzado alturas considerables, por tal situación en las primeras etapas (3-6 meses) algunas especies se miden con una regla métrica de 1.5 m. de largo; cuando sobrepasan esta altura se utiliza la vara métrica que tiene capacidad de medición de 1.7 hasta 10 m; estos instrumentos se utilizan comunmente en la medición de ensayos establecidos por el Proyecto, pero al tratarse de medición en parcelas de rodales viejos se utilizan para medir las alturas el hipsómetro, blume leiss, con la ayuda de cinta métrica. Para medir los diámetros se utiliza la cinta diamétrica siempre y cuando los diámetros sean mayores de 10mm

4. FRECUENCIA DE MEDICIONES Y VARIABLES A EVALUAR.

Por el tipo de evaluaciones a las que se someten las especies, es decir, comportamiento con otras especies, respuesta a condiciones ecológicas, edáficas, climáticas que pueden ser adversas, el crecimiento en altura, diámetro basal BE, diámetro a la altura de pecho DAP, producción de biomasa, capacidad de rebrote, etc., por ello es necesario cuantificar sus incrementos desde las primeras etapas de desarrollo; el esquema muestra la edad a la cual se necesita realizar la medición de las plantas.

Edad (meses)	1	3	6	9	12	18	24	36	48
Actividad									
Sobrevivencia	X								
Replante	X								
Altura		X	X	X	X	X	X	X	X
DAP			X	X	X	X	X	X	X
DB		X							
Biomasa							X	X	X

Para llevar a cabo las mediciones es necesario hacer un calendario de mediciones para obtener una mejor observación de los incrementos de los árboles, estas mediciones se anotan en formularios diseñados especialmente para cada objetivo que se desea evaluar.

5. ANALISIS

Sobre el análisis que se propone de los datos recopilados, depende del objetivo e interés que el investigador tenga al establecer un ensayo; sin embargo puede practicarse una serie de análisis:

1) En ensayos formales:

- Parámetros de precisión y dispersión
- Análisis de varianza para cada variable cuantificada.
- Regresiones simples de las variables de crecimiento (altura, DAP) versus edad, densidad de siembra, dosis de fertilización, frecuencia de limpias.
- Análisis de correlación de las variables de suelo, clima y crecimiento.

2) En parcelas de crecimiento:

- Parámetros de posición y dispersión de cada variable.
- Análisis de regresión altura/DAP, altura/edad, DAP/edad, etc.
- Análisis de correlación de las variables de suelo, clima y crecimiento.

6. ARCHIVO Y TABULACION DE DATOS

Cuando se establece un ensayo formal o una parcela permanente en la mayoría de los casos va a seguir siendo evaluado por un período largo, por tal situación obliga a las personas que establecen el ensayo formal o parcelas a recopilar toda la información para que cualquier otra persona que esté interesada en darle seguimiento tenga en sus manos toda la documentación necesaria que le permite identificar el trabajo y los objetivos planteados al establecer el experimento. El Proyecto Leña para llevar estas necesidades y proporcionar información en cualquier momento ha uniformizado el sistema de recopilación y archivo de datos en cuanto a ensayos formales, parcelas permanentes, cercas vivas, cortinas rompevientos y evaluaciones esporádicas; en este sistema se debe contar con un duplicado de toda la información recabada, dejando una copia completa en el archivo del Proyecto de cada país y otra copia completa deberá enviarse a la sede del Proyecto Leña en Turrialba, para incorporarla al archivo computarizado del Proyecto.

La tabulación de los datos se lleva a cabo en la sede del Proyecto en Turrialba, en el centro de computación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza -CATIE-, Costa Rica, luego de la tabulación envían los resultados de los análisis para su interpretación.

SISTEMAS AGROFORESTALES

Francisco A. Padilla Q.

**Trabajo presentado en el Curso sobre Plantaciones
para Producción de Leña. Amatitlán, Guatemala,
5 - 7 de marzo de 1984**

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
INSTITUTO NACIONAL FORESTAL
Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía
Guatemala, Guatemala 1984**

SISTEMAS AGROFORESTALES

Francisco A. Padilla Q. 1)

1. INTRODUCCION

De acuerdo a su topografía, condición edáfica y ecológica, 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.

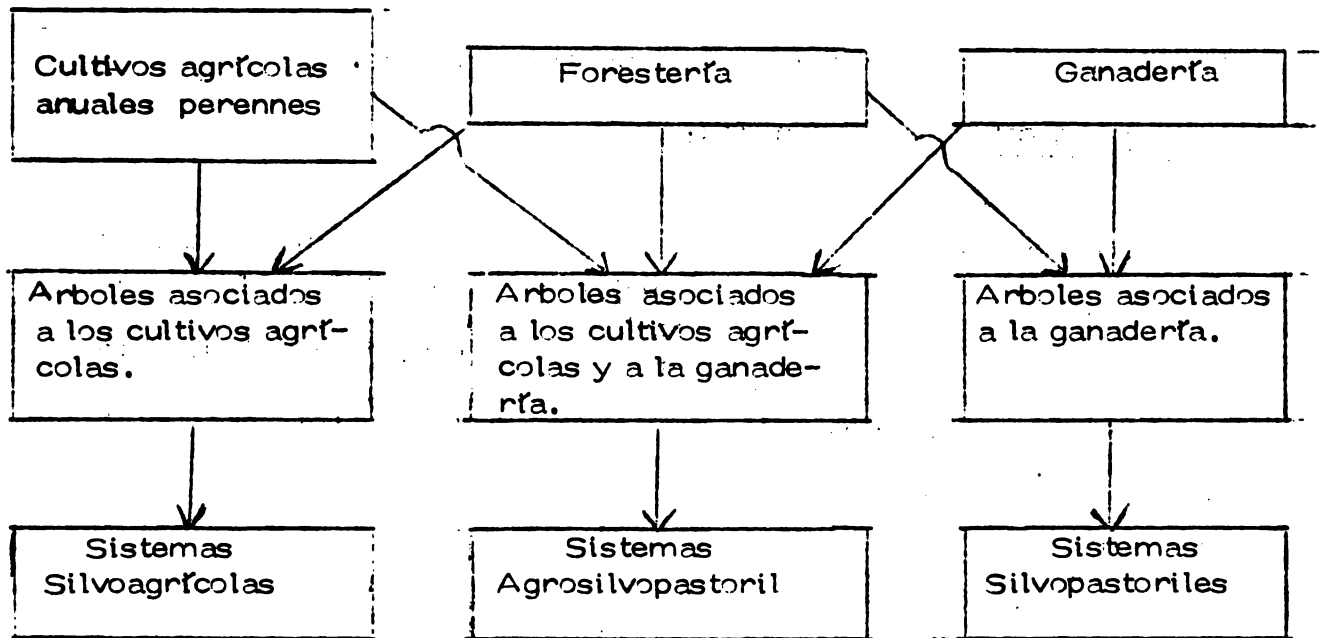
1) Ingeniero Agrónomo del Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía Acuerdo INAFOR-CATIE/ROCAP.

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 simultáneos 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) Árboles de valor en los cultivos
- 3) Árboles frutales en los cultivos
- 4) Árboles 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) Árboles 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 nutrimentos y suelos por lixiviación y erosión, mejora la porosidad y capacidad de infiltración del suelo y su aereación, y sus raíces profundas bombean nutrimentos 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 nutrimentos 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 fructificación, 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 espacial 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 ciertos 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 sesquemas 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 áreas deprimidas, la recuperación económica puede tomar mayor tiempo (que con cultivos muy rentables) debido al intervalo de tiempo requerido para obtener árboles cosechables.
- En áreas 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 empeorar esta mala impresión.

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

LUGAR	ESPECIE FORESTAL	NOMBRE COMUNAL	CULTIVO
Parc. Máquina	Caesalpinia velutina	Aripín	Zea mayz
Parc. Máquina	Leucaena leucoccephala	Leucaena	Zea mayz
Escuintla	Gliricidia sepium	Madrecacao	Zea mayz
Mazatenango	Terminalia oblonga	Volador	Theobroma cacao
Mazatenango	Rosadendron Donel Smith	Palo blanco	Theobroma cacao
Mazatenango	G. sepium	Madrecacao	Coffea arabiga
Altiplano	Pinus spp.	Pino	Z. mayz
Altiplano	Pinus spp.	Pino	Triticum sp.
Altiplano	Pinus spp.	Pino	Hortalizas
Altiplano	Grevillea robusta	Gravilea	C. arabiga
Taculután	Crescentia alata	Morro	Pastos
Oratorio	Crescentia alata	Morro	Pastos
Escuintla	Enterolobium cyclocarpum	Concaste	Pastos
Zonas cafetaleras de Guatemala	Inga spp.	Cushin, paterna, plátano y laurel	C. arabiga
	Musáceas		
	Cordia alliodora		
Progreso	Gliricidia sepium	Madrecacao	Z. mayz
Progreso	C. velutina	Aripín	Z. mayz
Progreso	Cajanus cajan	Gandul	Z. mayz
Progreso	L. leucoccephala	Leucaena	Z. mayz
Progreso	Spondias sp.	Jocote tronador	Z. mayz
San José Pinula	Cupressus lusitánica	Ciprés común	Pastos
Norte de Alta Verapaz	Cordia alliodora, Pimenta dioica, Inga sp.	Laurel, pimienta	Eletaria cardamomun
Parulhí	Pinus sp.	Pino	C. arabiga
Amatitlán	Ficus sp.	amate	C. arabiga
Casillas	Pinus oocarpa	Pino	Z. mayz
Escuintla	Cítricos	Naranja	Ananas sp.
Santa Rosa	Casuarina	Pastos	Pastos
" "	Cordia alliodora	Laurel	Ananas sp.
" "	Cupressus lusitánica	Ciprés	Z. mayz
Huite	C. velutina	Aripín	Z. mayz
Atescatempa	Melia azedarach	Paraíso	C. arabiga
Amatitlán	Spondias sp.	Jocote	C. arabiga

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

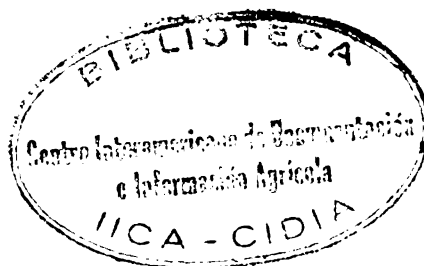
Especie	Temperatura C°	Precipitación	Alt. m.s.n.m.	Cultivo
Caesalpinia velutina	24°	500 mínimo	0-400	(maíz)
Gliricidia sepium	22 - 30°	1500 - 2300	hasta 1600	Cercos vivos (maíz)
Leucaena leucocephala	Tropical	600 - 1700	hasta 500	(maíz pas-to)
Guazuma ulmifolia	Tropical	700 - 1500	Hasta 1200	(forraje)
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	" "			
Melia azederach	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)
Pithecollobium dulce	Cálido tropical	450 en adelante	0-1800	(cerco vivo)
Tectona grandis	Tropical	Húmedos	Zonas bajas	(maíz)
Eucalyptus saligna	Trópico (suelos volcánicos)	Muy húmedos	Zonas bajas y pie de montaña	(maíz)
		3472		

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. G _____ 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.

SISTEMAS AGROFORESTALES PARA PRODUCCION DE LEÑA

Carlos E. Estrada B.



Trabajo presentado en el Curso sobre Plantaciones
para Producción de Leña. Amatitlán, Guatemala,
5 - 7 de marzo de 1984

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
INSTITUTO NACIONAL FORESTAL
Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía
Guatemala, Guatemala 1984

SISTEMAS AGROFORESTALES PARA PRODUCCION DE LEÑA

Alternativas agroforestales con posibilidades de plantación de bosques energéticos dentro del marco de la agricultura de subsistencia.

Carlos Enrique Estrada B.¹

INTRODUCCION:

Los países en vías de desarrollo han sufrido el impacto de la sobrepopulación en dos formas altamente tangibles; la escasez de alimentos y la escasez de energéticos.

La escasez de alimentos ha sido encarada por las agencias gubernamentales de desarrollo con programas de tecnologías sofisticadas, las cuales siguiendo la pauta de la revolución verde, propician el incremento de la producción de alimentos con cultivos limpios sembrados solos en hileras poco espaciadas, semillas mejoradas genéticamente, uso de irrigación y eficiente control de malezas enfermedades y plagas con la utilización masiva de biocidas.

Con esta tecnología sofisticada, se sobre entiende que deberán utilizarse maquinaria agrícola y suelos irrigables.

La agricultura de subsistencia que es la comprometida en alimentar al grueso de las poblaciones rurales y urbano marginales de bajos ingresos, no cuenta con el recurso económico para utilizarla. Ni es lo suficientemente extensiva como para tecnificarse. En tales condiciones el recurso suelo además de ser productor de alimentos deberá encarar la escasez de energéticos, proveyendo los combustibles que utiliza el hogar.

a) QUE ES UN SISTEMA AGROFORESTAL

Desde tiempos inmemoriales los agricultores han utilizado el sistema agroforestal como la forma más parecida al comportamiento de la naturaleza en la explotación de sus suelos.

Inicialmente por razones de economía o menor esfuerzo, dejaron en pie los grandes árboles que circundaban la tierra de cultivo; algunos árboles que producían frutos u otros bienes de consumo utilizables en el hogar y

¹ Agrónomo

Asistente de Investigación Proyecto Leña -CATE-INAFOR-ROCAP,
Asesor Agroforestal -CEMAT-

otros árboles para protección, refugio o alimentación de la fauna silvestre o los animales del agricultor.

Con el advenimiento del cultivo de plantas que crecen en medios semi umbrófilos, fue necesario sembrarlas bajo la sombra de árboles cuyo dosel protegía a las menos exigentes de luz, se fomentaba con ello el desarrollo de un sistema de cultivo agroforestal.

Un sistema agroforestal, es entonces aquel que combina la producción de cultivos de cosecha rápida o anual, con el mantenimiento o producción de especies maderables en el mismo suelo. Estas especies maderables algunas veces pueden servir para disminuir la intensidad de luz que penetra hacia los cultivos menos exigentes que se encuentran en estratos más bajos, tal el caso del café, cacao, cárdamomo; pero otras veces estos árboles ejercen cierta competencia con los cultivos de los estratos inferiores en la búsqueda de la luz y es necesario disminuir la intensidad de plantación de los maderables, para aumentar el caudal lumínico que entra a los estratos bajos, tal el caso de las plantaciones de *Alnus* en potreros de *Pennisetum* sp. o de *Cynodon* sp. que son altamente heliófilas (Costa Rica).

El caso de *Cordia alliodora* diseminados por regeneración natural en plantaciones de caña de azúcar (Costa Rica). Árboles de *Psidium guajava* en potreros de *Axonopus compressus* y *Paspalum conjugatum* (Costa Rica).

Como estas asociaciones, podemos encontrar cientos en los campos de cultivo, tal el caso de *Terminalia oblonga* en asociación de cultivos de café y cacao en San Bernardino Suchitupéquez, Guatemala y muchas otras más en este país y todos los del trópico en vías de desarrollo.

En toda forma, la proyección que persigue un sistema agroforestal, es la diversificación de la producción tanto en el espacio como en el tiempo, en la cualificación en la cuantificación de los bienes producidos sobre un mismo suelo y en la producción sostenida o constante de materias aprovechables deducidas de la misma unidad de producción.

Desde el punto de vista agronómico, la extracción de las cosechas es más o menos regular y sostenida; se cosechan los cultivos anualmente o con cierta periodicidad.

Desde el punto de vista energético, puede ser regulada la extracción con las leyes de la oferta y la demanda, a mayor demanda mayor extracción a menor necesidad, mejor conservacionismo del recurso.

La diversificación de la producción en un sistema agroforestal está por demás regida por los subcomponentes que forman el todo agroforestal; cada especie será extraída su producción cuando alcance su tiempo de corta

y habrán tantos tiempos a tan diferentes épocas como especies o sub-componentes formen el todo agroforestal.

Con esto queda explicado también el porqué de la diversificación de la producción en el espacio porque cada especie ocupa diferente nicho ecológico y en el tiempo porque tendrán diferentes momentos de duración.

En un sistema de tales proposiciones, se respata el principio de un Rendimiento sostenido y el de un mejor aprovechamiento del recurso suelo, porque se está extrayendo continuamente y se está incrementando la fertilidad del suelo al botar hojas, ramas, ramillas, flores y frutos, las especies maderables y hojas y ramillas las especies de cosecha anual.

2. LOS DIVERSOS SISTEMAS AGROFORESTALES

Es tan antigua la costumbre de utilizar árboles en asocio con cultivos anuales o perennes, que sería imposible clasificar o catalogar los diferentes patrones y modalidades de uso de la tierra, según las costumbres y formas de cultivo, según los factores ambientales (suelo, clima) según los factores socio económicos de los agricultores involucrados. Pueden presentar estrategias alternativas en el desarrollo de ciertas zonas con suelos o con bosques degradados y puedan ser productores de fuentes alternativas de energía, tal el caso que nos ocupa.

Dependiendo del estrato social y económico o aún político a que pertenezca el agricultor involucrado en el sistema agroforestal, esa será la modalidad de cultivo o utilización de la tierra. Un ejemplo podría ser el de un minifundista de Agua escondida, San Lucas Tolimán, Sololá que cultiva chile como un cultivo anual de estación, asociado con árboles de aguacate y *Alnus jorullensis*, utilizando los aguacates también para la venta y el aliso como fuente energética para el hogar y madera de construcción, comparado con un agricultor de Coatepeque, que cultiva café en asocio con *Inga*, sp. El café como un cultivo de agroexportación y las *Ingas* para sombra y las podas anuales las utiliza para vender leña a los pueblos cercanos a la plantación y venderla o regalarla a sus trabajadores.

Se dan tantas variantes en los sistemas, que aún en una misma zona se pueden presentar infinidad de asociaciones, algunas agro-silvícolas y otras silvo-pastoriles o las diversas combinaciones de ambas.

3. APLICABILIDAD DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

La agroforestería como todas las prácticas de manejo de suelos en el mundo tiene sus grandes defensores y también sus detractores. Entre los primeros podrían citarse a los que por exceso de credibilidad o por falta de una base técnica o científica, argumentan que la agroforestería es la panacea que cura todos los males del uso de la tierra y que los árboles tienen poderes milagrosos sobre la superficie del suelo.

Nada es tan erróneo como tales aseveraciones; cada caso en particular deberá analizarse técnica y desinteresadamente para decidir la aplicabilidad de la agroforestería.

Si bien es cierto que la agroforestería tiene un inmenso campo de aplicabilidades y puede practicar desde el latifundio agro exportador hasta el minifundista, es el agricultor de mediana baja a baja capacidad económica lo que nos llama a interesarnos en su aplicación.

Primero porque el agro exportador no está directamente afectado por la crisis energética domiciliar, ya que él radica en pueblos grandes o ciudades y la crisis que le afecta directamente es la crisis del petróleo, no la de la leña.

Segundo porque el minifundista no puede dedicar una parte de su tierra al cultivo de especies forestales dedicadas a producir la leña que él mismo consume, porque la cantidad de tierra arable que posee la es inadecuada para su autoconsumo de subsistencia, mucho menos podrá dedicar a la producción de leña.

Sin embargo deseamos encontrar la forma en que el mediano y pequeño agricultor se autoabastezca del energético que él mismo consume y creemos que la agroforestería sí podría ser una alternativa.

4. ASPECTOS SOCIO ECONOMICOS DEL SISTEMA AGROFORESTAL.

Con la aplicación de este sistema en su tierra, el agricultor de escasos recursos logra cierta autonomía en la obtención de determinados bienes que tendría que importar, tales como frutas, madera de aserrío, postes, alimentos para ganado y sobre todo leña, que es el artículo, después de los alimentos y el agua, que más consume toda la familia.

Si bien es cierto que la agroforestería beneficia áltamente a los agricultores de escasos recursos porque los libera de muchos gastos en la compra de bienes que él producirá en su propia tierra, también es cierto que esta técnica de cultivo beneficia grandemente al terrateniente o aún a la Compañía que utiliza técnicas sofisticadas de cultivo porque les baja mucho los costos de producción de su cultivo anual.

Primero, reciclando nutrientes no alcanzables por las raíces del cultivo que son poco profundas, al elevarlos el árbol cuyo sistema radical es más penetrante, depositándolos al alcance del cultivo al botar hojas.

Esta característica se manifiesta inmediatamente al utilizar menor cantidad de fertilizantes al suelo.

Segundo, el ciclo hidrológico es más parejo y estable bajo el dosel de los árboles porque el microclima tiene menos variantes drásticas y el cultivo sufrirá menos en tiempo de sequía y se verá menos afectado por los excesos de lluvia al haber mayor cantidad de seres vivos que evaporan agua en la misma superficie.

Los cultivos saldrán igualmente beneficiados con la mayor capacidad de penetración de agua que van a tener los suelos por la ruptura de las capas endurecidas que efectuarán las raíces de los árboles.

Un beneficio directo al cultivo, quien contará con el líquido vital durante mayor tiempo ya que la sombra de los árboles junto con la mejor capacidad de almacenaje de los suelos propician una menor escasez del agua utilizable.

Si los árboles son leguminosos, fijarán nitrógeno atmosférico al suelo y el cultivo será beneficiado por esta adición de fertilizante; pero si no son leguminosas sino productores de madera de aserrín, el agricultor estará aumentando diariamente su capital como una cuenta bancaria de ahorros, porque al llegar el ciclo de corte, el agricultor tendrá asegurada una entrada monetaria adicional que no sintió cuando le fue incrementando.

5. ASPECTOS ECOLOGICOS Y CONSERVACIONISTAS DE LA FAUNA SILVESTRE.

Al derribar el bosque para aumentar la frontera agrícola, la fauna silvestre pierde gran parte de su refugio y toda su fuente de alimentación; aún siendo cultivos alimenticios o granos, los cultivados en ese campo, las aves silvestres son controladas y no tienen alimentos más que al momento de la producción del grano.

Al tener árboles en el campo de cultivo, automáticamente se está proveyendo refugio a la fauna silvestre y la alimentación le vendrá si los árboles florecen o fructifican y además son visitados por insectos los cuales son devorados por algunas aves.

El microclima es también regido hasta cierto grado por las masas vegetales presentes, de manera que el suelo de cultivo limpio propondrá

algún grado de resecaamiento en el clima pero los árboles sembrados al interceptar mayor luminosidad en sus hojas, al liberar mayor cantidad de vapor de agua por su transpiración y al proyectar sombra sobre el suelo, suaviza la drásticidad del clima y reducen las grandes oscilaciones de temperatura diurna y nocturna.

AGROFORESTERIA CON FINES ENERGETICOS

El área centroamericana no productora de petróleo acusa un déficit impresionante en la utilización de energéticos a nivel domiciliar; ya que los derivados del petróleo no han sido involucrados al uso del hogar rural debido a su alto costo y a lo sofisticado y caro de los utensilios culinarios que tendrían que utilizar las amas de casa campesinas.

Por tradición y por modalidad en la forma de elaborar los alimentos, así como por la consistencia de los alimentos mismos, el energético obligado del hogar rural y del hogar urbano marginal ha sido la leña.

Durante la época precolombina hasta estos días, el hogar rural guatemalteco ha utilizado la leña como combustible y aun no se avizoran las posibilidades de algún cambio en su utilización.

La poca eficiencia lograda de la leña utilizada con los sistemas tradicionales de cocción de alimentos, el incremento de la demanda de combustible por aumentos de población, la ampliación de la frontera agrícola y los incendios forestales, han contribuido a una marcada escasez del energético leña, al grado de convertir a 18 de los 22 departamentos de la república en zonas críticas o potencialmente críticas.

Según censo de 1973 citado por Martínez (2) un 80% de los hogares encuestados usan solo leña o leña en combinación con otro combustible para la cocción de los alimentos.

Según el mapa de cobertura y uso actual de la tierra del Instituto Geográfico Nacional de Guatemala -IGN- citado por Martínez (2) el 39.6% de la superficie del país está ocupado por bosque denso (4.300,000 Has.), la mayor parte localizada en El Petén (65.5% del total nacional), en orden decreciente le siguen Alta Verapaz (9.2%), Izabal (8.1%), El Quiché (5.1%), Huehuetenango (3.7 %) y el resto (8.4%) distribuido en el resto de departamentos del país.

Si a la marcada dependencia del energético leña le adicionamos la creciente escasez, pensamos que la única salida viable será el incremento de las masas boscosas puras con fines energéticos, la siembra de especies para leña en combinación con los cultivos tradicionales en las propiedades pequeñas que no pueden distraer tierra para producir leña y la mayor utilización de cercas vivas o cortinas rompevientos que puedan soportar algún tipo de poda para proporcionar leña en determinada época del año.

Como parte del objetivo del Proyecto Leña es la divulgación de la tecnología generada en base a experiencias en el país y la revisión de la literatura mundial sobre este tema, deseo servir cierta información básica sobre algunas especies que han sido probadas en Guatemala y recopilación de datos de otras especies que pueden ser promisorias en el asocio con cultivos tradicionales en un sistema agroforestal.

Cuadro presentado por Zanotti (7).

Especies con buenas posibilidades para leña en la Zona bs-S (c)

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	ORIGEN
Aripñ	Caesalpinia velutina	Caesalpinaceae	N
Madrecacao	Glinicidia septum	Papilionaceae	N
Yaje	Leucaena leucocephala	Mimosaceae	N
Caulote	Guazuma ulmifolia	Sterculiaceae	N
Papaturro	Coccoloba spp.	Poligonaceae	N
Eucalipto	Eucalyptus saligna	Mirtaceae	E
Eucalipto	Eucalyptus camaldulensis	Mirtaceae	E
Teca	Tectona grandis	Verbenaceae	E
Melina	Gmelina arborea	Verbonaceae	E

N = Nativa

E = Exótica

A continuación se describen especies con las que se tiene alguna experiencia o alguna información:

Acacia auriculiformis

Clima:

Rango altitudinal: 0 - 600 msnm

Precipitación media anual: Resiste sequía pero crece mejor con 1500-1800 mm.

Estación seca: 6 meses

Temperatura promedio anual: 26°C - 30°C

Suelo

Textura:	Soporta toda clase de suelos
Reacción:	de pH 3.0 a pH 9.5
Drenaje:	No exigente
Otras características:	Crece en dunas y las estabiliza

Silvicultura

Tamaño:	Alcanza 30 m.
Descripción:	Crecimiento vigoroso, tronco algo retorcido
Forma:	Regular
Necesidad de luz:	Debe mantenerse limpio de malezas en sus primeros años.
Otras características:	Raíces algo superficiales, no soporta vientos muy fuertes, no soporta incendios.

Utilización

Madera aserrada:	No utilizable por lo retorcido del tronco
Madera rolliza:	Leña primordialmente, construcción de vivienda rural.
Usos como leña:	4800 - 4900 Kcal/Kg. Produce excelente carbón, rebrota mal pero los hijos de semilla y raíz regeneran vigorosamente.

Vivero

Pre tratamiento de semilla:	Si necesita
Sistemas de producción:	Siembra directa o en bolsas
Tiempo de germinación:	8 días en Escuintla
Trasplante:	De bolsa a campo definitivo 60 días en Escuintla.

Esta especie tiene un dimorfismo foliar muy característico y que le ha valido que la confundan. En sus primeros estadios de vida hasta los 30 días en Escuintla, produce hojas y hojuelas totalmente identificadas con su familia Leguminosae, pero después emite hojas simples parecidas a las hojas del laurel de comida (Laurus guatemalensis).

Soporta suelos muy pobres y poco profundos en donde otro árbol podría morir.

Aunque su régimen altitudinal, la literatura reporta que llega hasta 600 msnm, hay estudios que la describen como que soporta altitudes mayores que Leucaena en Indonesia.

Resiste la competencia radical de otros vegetales cerca de sus raíces y es plenamente adaptable a la agroforestería.

Por ser leguminosa fijadora de nitrógeno es altamente beneficiosa a los cultivos con los que se puede asociar, tales como maíz, sorgo o arroz, camote, yuca, pastos, malanga, higuera, plátano, ajonjolí etc.

Calliandra calothyrsus - Calliandra

Clima

Rango altitudinal: 150 a 1500 m.s.n.m.
Precipitación media anual: Resiste 6 meses de sequía, crece mejor con precipitaciones mayores de 1000 mm.
Estación seca: 6 meses
Temperatura prom. anual: 18 a 25 °C.

Suelo

Textura: Pesados o livianos
Reacción: pH. 5.5 a pH. 7.5
Drenaje: No muy exigente
Otras características: Crece en suelos arcillosos compactos pero desarrolla mejor en suelos de textura franca.

Silvicultura

Tamaño: Alcanza los 10 m.
Descripción: Ramifica fuertemente, emite varios ejes
Necesidad de luz: Soporta algo de sombra
Otras características: Bota constantemente hojas que forman una alfombra debajo del árbol.

Utilización

Madera aserrada: Sin datos
Madera rolliza: Leña 4500 - 4750 Kcal por Kg.
Usos como leña: Debido a la gran cantidad de biomasa que produce rinde anualmente alto tonelaje de leña que no es muy gruesa.

Vivero

Pre tratamiento de la semilla: Si necesita
Sistemas de producción: Siembra directa, bolsas y estacas largas
Tiempo de germinación: 9 días en Escuintla
Trasplante: 60 a 70 días

Esta especie nativa de Centroamérica es poco utilizada en plantaciones puras en el área, pero es perfectamente adaptable al sistema agroforestal y debiera ser interplantada con los cultivos alimenticios tradicionales.

Bota gran cantidad de hojas que enriquecen el suelo y favorecen tanto física como químicamente al cultivo.

Tiende a producir varios ejes del mismo grosor y largo que el principal y aunque no son muy erguidos cuando se siembra con relativamente amplio espaciamiento para esa especie (2 x 2 m), crecen más erguidos a distancias más cerradas, sin embargo, en el caso que nos ocupa de la agroforestería, deberá sembrarse mucho más espaciado, quedando árboles diseminados por todo el campo de cultivo, y posiblemente la sombra del cultivo anual la obligue a erguirse.

También podada racionalmente se le obliga a elevarse, no proyecta demasiada sombra porque las hojuelas son muy pequeñas.

Rebrota fácilmente y a los 6 meses de cortados, los nuevos rebrotes pueden alcanzar 3 m.

Casuarina equisetifolia - Casuarina

Clima

Rango altitudinal: 0 a 1800 m.s.n.m.
Precipitación media anual: 750 a 1800 mm., plantada con éxito en zonas tan secas como 200-300 mm y tan húmedas como 5000 mm.

Estación seca: 6 a 8 meses
Temperatura prom. anual: 20 a 26°C

Suelo

Textura: Arenosos
Reacción: Alcalinos o neutros
Drenaje: Bueno
Otras características: Tolera suelos salinos, tolera suelos moderadamente pobres; fija nitrógeno atmosférico al suelo.

Silvicultura

Tamaño: Alcanza hasta los 40 m.
Descripción: Siempre verde, copa poco densa, resiste vientos fuertes.

Necesidad de luz: Exigente de luz
Otras características: Rebrotta debilmente



Utilización

Madera aserrada: Construcción pesada y barcos
Madera rolliza: Leña, carbón, postes
Usos como leña: Leña de excelente calidad, 4950 Kcal. por Kg.

Vivero

Pre tratamiento de la semilla: No necesita
Sistemas de producción: En bolsa, a raíz desnuda
Tiempo de germinación: 30 días
Trasplante: 90 a 120 días dependiendo del clima.

Esta especie forestal aunque poco conocida como productora de leña en nuestro país, pues se le ha sembrado únicamente con fines de embellecimiento, es una magnífica leña y carbón de primera calidad los que se extraen de ella.

Sería una buena práctica que se sembrara diseminada entre los campos de cultivos anuales pues es un árbol mejorador de la calidad de los suelos por fijar nitrógeno atmosférico al suelo que beneficia al cultivo.

No proyecta una sombra densa porque sus hojas son de forma acicular y dejan pasar suficiente luz para las plantas que crecen debajo.

Una de sus exigencias es que se siembre con distancias elevadas entre plantas, de manera que diseminado en los campos de cultivo no tendría problemas en su desarrollo, además las plantas jóvenes necesitan un poco de sombra, que se la daría el cultivo anual en los primeros estadios de su vida.

En cuanto a requerimientos altitudinales, se puede sembrar desde el nivel del mar hasta los 1800 m.s.n.m., de manera que tiene aplicación en gran diversidad de climas en nuestro país.

Puede sembrarse cerca de los esteros porque resiste salinidad y podría ser un sustituto del manglar para fines energéticos de la industria salinera al haber plantaciones suficientemente densas como para depender de ellas.

En las arenas pobres de las orillas del mar, en donde otras especies pueden fallar, la Casuarina podría ser una alternativa energética.

Glinicidia sepium - Madrecacao, Mata ratón, Cacaonance.

Clima

Rango altitudinal: 300 a 1600 m.s.n.m., principalmente abajo de los 500 m.

Precipitación media anual: 1500 a 2300 mm o mayores.

Estación seca: 6 meses

Temperatura promedio anual: 22 a 30°C

Suelo

Textura: No exigente

Reacción: pH 5.5 a pH 8.00, soporta altas concentraciones de cal.

Drenaje: No muy exigente

Otras características: Adaptable a suelos con altas concentraciones de arcilla.

Silvicultura:

Tamaño: 10 a 12 m.

Descripción: Tronco un poco retorcido.

Necesidad de luz: No muy exigente

Otras características: Emite varios ejes, defolia con la estación seca y en esa forma se defiende.

Utilización

Madera aserrada: Pequeños artículos de madera.

Madera rolliza: Leña, postes de gran durabilidad, horcones.

Usos como leña: 4,900 Kcal/Kg.

Vivero

Pre tratamiento de la semilla: Si necesita

Sistemas de producción: Vegetativa, estacas grandes, semilla, raíz desnuda.

Tiempo de germinación: 5 días.

Trasplante: 50 días producido en bolsa

Esta especie es altamente promisoría como productora de biomasa.

Tiene la ventaja de producir buen número de rebrotes al ser cortado, lo que la coloca dentro de las especies muy promisorias como productora de

leña según Otárola y Ugalde (1983) el 94% de los árboles cortados para un aprovechamiento total tenían rebrotes y el 100% de los árboles para aprovechamiento selectivo. El promedio de rebrotes/árbol fueron de 5.2 y 5.6; la altura total promedio de rebrotes (dm) fueron de 24 y 34; la altura total promedio del rebrote dominante (dm) 30 y 45.

Esto nos da una idea que no sólo soporta el corte sino que rebrota con intensidad. Las diferencias entre un tipo de árbol y otro fueron debidas a una mejor selección del árbol para la corta, lo que supone un grosor del tocón mayor, y posiblemente una mejor formación del sistema radicular que influye en el rebrote (4).

Según Martínez 1983, tradicionalmente la especie se planta por estacas para formar cercos vivos; también se le encuentra como sombrío de café y cacao, aunque no es raro encontrarlo en rodales puros.

En una plantación en la Granja Penal de Escuintla sembrado con asocio de maíz y sin asocio se obtuvieron sobrevivencias del orden del 93% y 95% y una altura media de 10 dm. y de 5 dm con y sin asocio respectivamente. Para los primeros meses de vida de la especie, el incremento mensual en altura fue de 3 dm/mes tanto en el campo con asocio como sin asocio; es una especie altamente adaptable a la agroforestería, aun con cultivos limpios en hilera como el maíz.

Tiene gran aceptación en cercas vivas y en cortinas rompevientos. Es palatable y la consume el ganado. Las flores son alimento humano y la caída de sus hojas forma un espeso mantillo que beneficia los suelos.

La cantidad de leña que puede producir al podar sus ramas es recuperado rápidamente con el vigoroso crecimiento que alcanza.

Se adapta a climas de marcada estacionalidad botando sus hojas en época de sequía.

BIBLIOGRAFIA

1. ESTRADA B., C.E., 1982: Bosques de árboles para leña y bioenergéticos, una alternativa energética. Trabajo preparado para el curso sobre técnicas de producción de especies para leña. Guatemala. 4 p.
2. MARTINEZ H., H.A., 1982. Estudio sobre leña en hogares, pequeña industria y distribuidores en Guatemala. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico No. 27. 64 p.
3. MARTINEZ H., H.A., 1983. Comportamiento de Glicicidia sepium en Escuintla. In Seminario Móvil del Proyecto Leña. Guatemala. CATIE/INAFOR.
4. NAS, 1980. National Academy of Sciences. Firewood Crops. Shrub and tree species for energy production. Washington, D.C. 237 p.
5. OTAROLA T., A. y UGALDE A., L.A. 1983. Productividad y tablas de biomasa de Glicicidia sepium (J) en bosques naturales en Nicaragua, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 39 p.
6. WEEB, D.B., 1980. Guía y clave para seleccionar especies en ensayos forestales de regiones tropicales y sub-tropicales. London, Overseas Development Administration, 275 p.
7. ZANOTTI, J.R., 1983. Establecimiento de bosques para leña. Trabajo preparado para el cursillo sobre el uso racional de las áreas manglares en la zona del pacífico. Guatemala. Proyecto Leña INAFOR-CATIE. 8 p.
8. ZANOTTI, J.R. y MARTINEZ H., H.A., 1983. Bosques energéticos y sus posibilidades en Guatemala. Suplemento especial, página 10, Prensa Libre, 17 de octubre/83. Guatemala.