

C1465

CURSO SOBRE TECNICAS AGROFORESTALES EN LA PRODUCCION DE LEÑA.

Amatitlán, Guatemala

24-26 de mayo de 1984.

/Documentos/

CONTENIDO:

1. La agroforestería, una alternativa energética y de uso racional de la tierra en la ampliación de la frontera agrícola
Carlos E. Estrada B.
2. Algunas consideraciones sobre el problema de leña en Guatemala
Héctor A. Martínez H.
3. Algunos casos de agroforestería observados en Guatemala
Héctor A. Martínez H.
4. Árboles de sombra en cultivos perennes
Carlos E. Estrada B.
5. Los árboles de sombra en cultivos perennes en Guatemala
Francisco A. Padilla Q.
6. Asocio de cultivos anuales con Pinus oocarpa Schiede, en el Altiplano de Guatemala
Carlos A. Spiegel C.
7. Caracterización tipológica preliminar de los sistemas agroforestales existentes en la cuenca del río Polochic
Juan Carlos López Rosales
8. Comportamiento inicial de tres especies forestales para producción de leña con y sin asocio de maíz (Zea mays L.) en La Máquina, Suchitepequez, Guatemala
Guillermo Detlefsen R.
9. Notas sobre información agroforestal
Héctor A. Martínez H.
10. Posibilidades de producción de leña en cercos vivos
Héctor A. Martínez H.
11. Los sistemas agroforestales
Héctor A. Martínez H.
12. Sombrío en cultivos perennes
José R. Zanotti

**LA AGROFORESTERIA , UNA ALTERNATIVA ENERGETICA
Y DE USO RACIONAL DE LA TIERRA EN LA AMPLIACION
DE LA FRONTERA AGRICOLA**

Carlos E. Estrada B.

**Trabajo preparado para el Curso sobre Técnicas Agroforestales
en la Producción de Leña. Amatitlán, Guatemala
24 - 26 de mayo de 1984**

**Para la reproducción de este documento se recibió apoyo financiero de
la Agencia Internacional de Desarrollo del gobierno de los Estados Uni-
dos de América a través de la Oficina Regional para Programas en Cen-
tro América (AID/ROCAP).**

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

LA AGROFORESTERIA, UNA ALTERNATIVA ENERGETICA Y DE USO RACIONAL DE LA TIERRA EN LA AMPLIACION DE LA FRONTERA AGRICOLA

Carlos E. Estrada B. 1/

1. INTRODUCCION

La explosión demográfica en los países tropicales subdesarrollados ha generado problemas sociales cuyos efectos colaterales se tipifican en un déficit de tierra cultivable, la escasez de alimentos, la escasez de energéticos y el desempleo.

La escasez de alimentos ha sido encarada por las agencias gubernamentales de desarrollo tomando las dos alternativas posibles: a) tratar de aumentar la producción en las áreas dedicadas a cultivos alimenticios con tecnologías sofisticadas, y b) ampliar la frontera agrícola con técnicas de colonización que dieron buenos resultados en otras latitudes; con otros tipos de suelos y climas; y utilizando metodologías de cultivo que fueron las apropiadas para aquellos lugares.

Los bosques tropicales húmedos o muy húmedos a diferencia de los bosques de clima templado son sistemas cuya biomasa aprovecha al máximo la bioconversión de los elementos y los recursos energéticos primarios, pero a pesar de su imponente presentación y del poder inigualable de bioconversión, son sistemas altamente frágiles, que el disturbarlos conlleva la degradación casi irreversible de sus subcomponentes biomasa y suelo.

Además, todos los nutrimentos, toda la capacidad de bioconversión y su potencia total, están radicados en los componentes de la biomasa, la que al destruirla o disturbarla se pierde la total potencialidad del suelo; no así en los bosques de clima templado, cuyo potencial productivo radica en la alta capacidad de intercambio de bases del suelo mismo.

1/ Agrónomo. Asistente de Investigación, Proyecto Leña, INAFOR-CATIE/ROCAP.

2. DEFORESTACION POR AMPLIACION DE LA FRONTERA AGRICOLA.

Ampliación de la frontera agrícola para fines de aumento de la producción de alimentos ha sido llevado a cabo a expensas de las masas forestales, recrudeciendo los problemas de escasez al no ser técnicamente administrada la utilización del recurso.

Se ha obligado a los nuevos colonizadores a que tumben el bosque a tala rasa y que quemén toda la biomasa, dejando el suelo desnudo, apto para el monocultivo limpio y la degradación.

Con esta práctica no sólo se pierde la biomasa formada durante siglos sino que se expone al suelo a una drástica degradación, lo que en pocos años de cultivo los hace improductivos, a menos que se les agreguen altas dosis de fertilizantes químicos y biocidas contaminantes.

La deforestación trae consigo infinidad de daños a los ecosistemas y entre algunos de los efectos dañinos no computarizables pero desastrosos para la humanidad podríán citarse los siguientes:

- a) Aumento del nivel de bióxido de carbono (CO_2) en el ambiente por la falta de conversión que efectúan las masas vegetales en la biosfera.
- b) Cambios bruscos en el ciclo hidrológico del área afectada por la deforestación.
- c) Mayor exposición a la erosión laminar del suelo en áreas relativamente planas y erosión profunda en áreas de mayor pendiente.
- d) Mayor propensión al azolvamiento en los cauces de los ríos y reservorios.
- e) Disminución consecuente de la capacidad productiva de las áreas de cultivo por invasión de arena en la superficie.
- f) Pérdida de la capacidad de almacenamiento de agua de los suelos agrícolas por la disturbación del manto freático.
- g) Creación de las condiciones apropiadas para la desertificación.
- h) Extinción de especies animales y vegetales, cuyas características y aprovechamiento son desconocidos y que significan la pérdida de un recurso renovable potencialmente útil.
- i) Desequilibrio climatológico del área afectada al refractar los suelos desnudos, gran cantidad de energía calorífica del sol recalentando el ambiente.

- j) Pérdida de la fertilidad actual de los suelos desnudos al gasificarse el nitrógeno en forma de amonio, perdiéndose en el aire.
- k) Disminución de la fertilidad potencial de los suelos al erosionarse y/o al quemarse con los rayos directos del sol, los restos de material orgánico humificado y los nutrimentos solubles presentes en las capas superiores del suelo.

El primer año de monocultivo de los suelos bajo estos bosques húmedos por lo regular son de mediana a alta productividad, pero al año siguiente por todas las causas antes expuestas, la producción cae vertiginosamente, al grado de tener que efectuar altas aplicaciones de fertilizantes o abandonar el cultivo de ese suelo y dejarlo en barbecho o descanso durante un período de tiempo, el que puede ser de pocos años o de muchos dependiendo del grado de presión ejercida por la escasez de tierra arable. De todas maneras el daño ocasionado por la deforestación a estos suelos es de carácter irreversible y nunca volverán a recuperar su potencialidad, convirtiéndose el bosque tropical húmedo en un recurso natural no renovable.

Desde el punto de vista productivo, el bosque tropical autosustentado es el más perfecto convertidor de energía primaria, suelo y agua, en biomasa; cada especie ocupa el nicho ecológico que le corresponde y los subsistemas árboles, arbustos, hierbas, bejucos, animales mayores, insectos, hongos y bacterias, están tan perfectamente equilibrados, que ninguna especie se multiplica tan aceleradamente como para poner en peligro la existencia de otro subsistema. Es necesario ver este ecosistema como potencial productor de múltiples productos y servicios y dentro de estos utilizar las formas más racionales de uso, aprovechando los subcomponentes en forma que cause el menor daño posible al ecosistema.

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 1542 millones de metros cúbicos de madera, de los cuales 1299 millones (84%) fueron utilizados como combustibles.

Para Guatemala en 1977 se estimó que de una extracción de 5.6 millones de metros cúbicos, 5.1 millones (91%) se usaron como combustible, llegando en 1981 a ser el 61% del total de la energía consumida en el país y según el balance energético nacional de 1983, alcanzó al 63% del total de energía consumida.

La desaparición de una hectárea de bosque tropical, implica la desaparición de por lo menos 200 m³ 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 se apuntara anteriormente, se les ha querido manejar con tecnologías de cultivo de otras latitudes; con otros tipos de suelos, con otra clase de vegetación y con cultivos que exigen alta luminosidad; lo que crea las condiciones ideales para la destrucción de los suelos tropicales.

Se ha querido manejar a estos suelos, copiando los patrones de cultivo que tuvieron éxito en suelos y climas diferentes, con precipitaciones y temperaturas menos drásticas y eso lleva irremediablemente a la desertificación.

3. DEFORESTACION POR UTILIZACION DE FUENTES ENERGETICAS

En Latinoamérica para el año 1976; se estima que los bosques proporcionaron 298 millones de metros cúbicos de madera de los cuales 244 millones (82%) se usaron como combustible.

Según Bogach, citado por Martínez (16), en Guatemala, los hogares que consumen leña sola o leña combinada con otro combustible, tienen un gasto del orden de las 1560 Lbs/persona/año, lo que representa la cantidad de 9.4 millones de metros cúbicos de madera quemados anualmente para fines energéticos.

Mientras tanto, la pérdida de las masas boscosas se hace cada año más sensible y el alejamiento del componente forestal de los centros de población urbano marginales y aún los pequeños poblados rurales, es cada año mayor; al grado que las familias que utilizan leña para fines domiciliarios, se ven obligadas a caminar largas distancias para conseguir la leña.

Tienen que perder varios días/hombre de trabajo en el mes o invertir entre el 15 y el 25% del ingreso familiar bruto las familias que no se abastecen por apropiación directa sino que tienen que comprarla a abastecedores o intermediarios.

Para corroborar lo antes dicho, presento la tesis del Ing. Oscar Flohr, quien efectuó estudios de la deforestación de la ciudad de Guatemala y su área de influencia, incluyendo los municipios de Villa Nueva, Mixco, San Pedro Sacatepéquez, San Juan Sacatepéquez, Chinautla, Santa Catarina Pinula y Villa Canales. El trabajo se planteó con el objeto básico de determinar la pérdida de cobertura forestal de un área de 370 Km²; el período estudiado está comprendida entre el año 1954 y 1981.

Para efectuar el estudio se contó con fotografía aérea de los años 1954, 1964, 1973 y 1981.

La referida tesis encontró que durante el período 1954 - 1981 (27 años) el área boscosa analizada se redujo en un 48%. De 1954 a 1964, la tasa de fue de sólo 5.5% en un período de 10 años; de 1964 - 1973 (9 años) la tasa fue de 14% y de 1973 a 1981 (8 años) el ritmo de deforestación fue de 36%.

Las explicaciones referentes a este fenómeno se deben:

- a) Mayores grados de urbanización.
- b) Reasentamientos urbanos post-terremoto 1976.
- c) Migración de población hacia la capital
- d) Un uso más intensivo del bosque para madera, leña y carbón.

4. SISTEMAS AGROFORESTALES COMO UNA ALTERNATIVA ENERGETICA

"Un sistema es un arreglo de componentes físicos o un conjunto de cosas unidas de tal manera que actúan como una unidad, una entidad o un todo" ().

El agroecosistema forestal es una unidad que incluye clima, suelo, árboles, cultivos, malezas, animales mayores, plagas y enfermedades. La interacción entre los componentes de un sistema es lo que proporciona las características estructurales del mismo para hacerlo actuar como una unidad. El agroecosistema forestal está formado por una comunidad biótica y una unidad no biótica.

Dentro de la comunidad biótica debe estar presente por lo menos una población agrícola (el cultivo anual o perenne) y una población silvícola (los árboles maderables, de sombra etc.). Unidad no biótica es el medio ambiente físico con el cual interactúa, dentro de un marco energético radiante del sol como fuente de energía primaria y de un ciclo hidrológico como elemento moderador de la energía primaria y agente facilitador de la utilización de los recursos del suelo.

Al agroecosistema forestal se le denomina más simplemente agroforestería y el patrón económico, biótico y conservacionista en que se funda es el uso múltiple y la producción sostenida de la tierra.

Según Budowski, citada por Bronstein, la agroforestería produce mayor cantidad de biomasa que los cultivos solos o los pastos solos porque aprovecha mejor el espacio vertical tanto aéreo como subterráneo, lo que supone una mayor captura de los recursos materiales y la energía (3).

Es el sistema que más se acerca a la fisionomía del bosque primario en cuanto al arreglo florístico de las especies, ya que hay mejor aprovechamiento de las diferentes capas del suelo y mayor utilización de la energía primaria al existir varios estratos altitudinales que la interceptan.

Desde el punto de vista agronómico y energético, la agroforestería sería una alternativa para que los medianos y pequeños agricultores pudieran seguir produciendo sus cultivos básicos dentro del marco de la agricultura de subsistencia en que se localizan y que además pudieran auto abastecerse del energético tradicional y obligado que utilizan para la cocción de sus alimentos, la leña.

El término Agroforestería puede aplicarse a un amplio rango de combinaciones de uso de la tierra.

Pueden ser desde el sencillo sistema Taungya que es típicamente agrosilvícola con énfasis en la reforestación a bajo costo, hasta el uso selectivo de cortinas rompevientos en un sistema predominantemente agrícola o bien árboles dispersados dentro de un cultivo anual o de pastos cuya función principal es la producción de alimentos o ganado.

El beneficio que se obtiene de la asociación de árboles con cultivos agrícolas para la producción de rodales puros a un costo relativamente bajo o menor que la siembra sola de árboles en un proyecto de reforestación, puede demostrarse con el sistema Taungya utilizado por Redhead y Maghembe (25) con plantaciones de Eucalyptus melliodora, Leucaena leucocephala y Acacia albida distanciados a 2.5 x 2.5 mts. asociados con cultivos: a)

- a) Maíz.
- b) Frijol.
- c) En plantación pura de árboles con control de malezas en forma de plateo.
- d) En plantación pura sin control de malezas.
- e) En siembra pura con control de malezas en forma total.

Ellos apuntan que de los resultados de las mediciones y las producciones agrícolas, estas últimas se pueden obtener por lo menos durante el primer año de crecimiento de los árboles.

Es de hacer la anotación que estos son trabajos efectuados en el sur del Sahel, (Tanzania), una zona semidesértica con 800 mm de precipitación anual distribuidos en 3 meses.

Los árboles se beneficiaron más cuando fueron interplantados con cultivos alimenticios anuales que cuando fueron deshierbados con el sistema tradicional tanzano de plateo; además con este sistema se permite el crecimiento de zacates en las zonas no tratadas, lo que aumenta el riesgo de incendios.

La siembra pura con control de malezas mostró el mejor crecimiento de árboles pero se supone que en los proyectos masivos de reforestación este sistema es de costos elevados.

En contraste con el poco efecto que los árboles tuvieron sobre los cultivos, el cultivo de maíz en particular tuvo un marcado efecto sobre el desarrollo de los árboles por haber utilizado una variedad de tipo alto que proyectó sombra sobre los brinzales.

En todas las investigaciones al momento de la cosecha del maíz, los árboles interplantados con este cultivo estuvieron más altos que en el resto de tratamientos; 24% más altos en los rodales de Leucaena, 20% en los de Eucalyptus y 13% más alto en los de Acacia.

Después de la cosecha, los árboles con el tratamiento de siembra pura con control total de malezas crecieron mejor en todos los casos y su altura sobrepasó a todos los demás tratamientos al final del año.

El tratamiento de plateo probó ser muy inferior a los otros tratamientos, con los árboles midiendo únicamente dos terceras partes de la altura de los árboles con control total de malezas y aproximadamente 20% menor que los árboles interplantados con maíz y los interplantados con frijol.

Este sistema si bien es cierto no es la solución para las zonas con problemas sociales de escasez de tierra laborable, ni en las zonas tradicionalmente utilizadas con agricultura migratoria, si puede ser una alternativa en zonas de suelos de mala calidad o en climas con deficiencia hídrica para la producción de cultivos alimenticios. (ver Martínez, 1982, cultivo asociado de maíz con una especie forestal en la zona seca de Guatemala: caso Huité).

Es paradójico que los campesinos de los parcelamientos, típicamente rurales, dependientes en toda su economía de los productos del campo, y cocinando sus alimentos con leña, tienen que comprar su energético domiciliar a productores o intermediarios para satisfacer sus necesidades.

Según Zanotti (26) se corrió una encuesta para determinar el uso de leña en el Parcelamiento "La Máquina", ubicado en la zona de vida bosque húmedo subtropical cálido bh-S (c) cuyos suelos estuvieron cubiertos por una densa masa forestal con predominio de latifoliadas, entre las cuales los grandes árboles de conacaste sobresalieron; el marco muestral lo construyó una población de 1000 parcelas cercanas al vivero forestal del Proyecto Leña ubicado en

la parcela 356 de la línea B-4; se pasaron 103 boletas de encuesta, los datos recolectados permitieron determinar que en el parcelamiento el 100% de hogares cocinan con leña y 47% la compran, con precios que oscilan entre Q.8.00 y Q.15.00 la tarea (1 m³ aproximadamente); como este parcelamiento, todos los del minifundio del resto de la república, ubicados en las zonas de alta estacionalidad (costa sur, sur oriente, sur occidente y oriente del país) están detectados como áreas críticas o potencialmente críticas para el abastecimiento de su energético domiciliario.

Si la totalidad de los hogares de los parcelamientos utilizan leña para la cocción de sus alimentos y por una política no bien planificada en el manejo de la tierra deforestaron la totalidad de sus suelos, lo lógico es dar un paso atrás y orientarlos hacia una nueva forma de administración de sus recursos, incentivándolos a la creación de bosques energéticos de autoconsumo.

No pretendemos que distraigan parte de sus tierras cultivables con la siembra de bosques puros de árboles, pero sí que utilicen los recursos disponibles en la producción de madera, postes y leña.

Son recursos disponibles todos los cercos que circundan la parcela y que actualmente están sembrados con piñón (Jatropha curcas) el que solamente sostiene el alambre pero no produce ningún otro beneficio.

En una parcela de área promedio de la costa sur de 28 manzanas, se tienen aproximadamente 1828 mts. lineales de cerco y si se sembrara de Madre cacao (Gliricidia sepium) de Melina (Gmelina arborea), de Raxul (Dalbergia sissoo) o de Caulote (Guazuma ulmifolia), a una distancia de 2 mts. entre plantas, se obtendría una población 914 árboles, los que cortándolos alternadamente un año los números pares y otro los impares a 2 mts. de altura, cada año se obtendría la leña suficiente para el consumo de todo el año en el hogar y posiblemente se contaría con un excedente para la venta.

Otra alternativa sería la de sembrar cortinas rompevientos en las zonas afectadas por este elemento, las cuales además de brindar protección a los cultivos, proporcionarían leña en determinadas épocas del año.

La tercera alternativa, que es la que nos interesa hacer resaltar, es la del uso de la agroforestería, que significa el cultivo de árboles diseminados en las plantaciones de cultivos anuales o en los potreros, sin que causen estragos a la producción del cultivo anual ni baje la producción de pastos para sustento del ganado.

Según King (13) citado por González G. (11) define la agroforestería como "un sistema sostenido del manejo de la tierra que combina la producción de cultivos, plantas forestales y/o animales, simultánea o secuencialmente en la misma

unidad de terreno y que aplica prácticas de manejo, compatibles con las prácticas culturalmente idóneas a la población local”.

Con esta definición, entendemos que no se va a cambiar el sistema actual de manejo de la tierra de los agricultores en la producción de sus cultivos o sus potreros, pero que les vamos a agregar un componente más, el silvícola, para el mejor aprovechamiento del recurso suelo y la mayor captación de la energía radiante, sobre todo en épocas de no cultivo (época seca) en que los árboles por la profundidad del nivel de proyección de sus raíces y la actividad de sus copas, continúan almacenando la captación de los recursos en la producción de madera.

La agroforestería viene a ser una forma de manejo del suelo que beneficia a la sociedad porque le da bienes y servicios.

Los bienes de capital los aprovecha al cortar la madera, ya sea para aserrío, estacas, postes, o lo principal, leña de desramas, de podas o de corta.

Beneficia el medio ambiente porque absorbe parte de la energía calorífica y regula los cambios bruscos de temperatura; beneficio que aprovechan los animales si se trata de potreros.

Beneficia al suelo porque recicla nutrientes de los estratos profundos, los convierte en biomasa y los deposita en la superficie para ser bio convertidos en nutrientes asimilables por el cultivo al botar hojas y ramillas los árboles.

Mejora el ciclo hidrológico al interceptar aire cargado de neblina, condensarla como agua y depositarla en la superficie del suelo, que queda a disposición del cultivo (coalescencia).

Los servicios que presta son aprovechados por la vida silvestre al contar las aves con sitios seguros en donde anidar. Por los animales menores como las abejas, al contar con néctares y polen para su alimentación y producción; al paisaje en general, el cual ya no se presenta como desértico en la época seca.

A la economía y calidad de vida del agricultor, al proporcionarle el energético necesario para la cocción de sus alimentos; no teniendo que distraer horas de su tiempo en la obtención de la leña o parte de sus ingresos económicos compando el energético domiciliar.

5. COMBINACIONES Y MEZCLAS AGROFORESTALES

Luego de hacer una reseña de las ventajas y necesidad de utilizar la agroforestería como una alternativa en la producción de energéticos domiciliarios y en la recuperación y/o enriquecimiento de los suelos gastados por sobrepastoreo, tala immoderada o extracción de cultivos de suelo limpio, paso a dar una breve descripción de lo que sería la utilización del Sistema Integrado de Producción estratificada; presentado por J. Dubois (4) y modificado C.E.B.

5.1 Sistema integrado permanente estratificado

Esta podría ser la alternativa bioeconómica para la recuperación de los suelos mal manejados tras la deforestación en el trópico. La fisonomía vuelve nuevamente a presentar las características del bosque primario, en el cual la estratificación aérea está determinada por los pisos altitudinales de los subcomponentes y cada especie rivaliza por el nicho ecológico que le corresponde; aprovechando con la mejor eficiencia posible el máximo de la energía radiante

La parte edáfica, en donde las raíces ocupan distintos grados de profundidad según tamaño de la especie, aprovecha los nutrientes y el agua de la mayor parte de las capas del suelo, desde las superficiales, hasta las profundas, utilizadas por las especies mayores con pivotantes de gran penetración.

En la parte económica, el agricultor está aprovechando continuamente la producción del recurso y en la agronómica el suelo está recibiendo constantemente los aportes de las partes vegetales no utilizadas por el hombre, que se convierten en biomasa y materia orgánica.

Ver dibujo 1 y listado de especies sugeridas, dependiendo del tipo de suelo, clima, cultivares, costumbres y mercado de los productos.

5.2 Especies sugeridas para los diferentes estratos altitudinales, características y utilización

A. Árboles mayores de los 30 mts. de altura. Primer estrato.

Arthocarpus spp:	Arbol de Pan, Mazapán, 25-35 mts., leña frutos comestibles, madera, sombra, mejorá suelos vía hojas.
Azadirachta indica:	Neem, 20-25 mts. Leña, ebanistería, sombra, cortavientos, mejorador del suelo, tánico, repelente de insectos, forraje, madera durable, rebrota.

- Albizia falcata: 25-35 mts. Leña, madera de poca duración, construcción liviana, cajas, rebrota.
- Acacia albida: 25-30 mts. Leña, postes, deshoja en época lluviosa, reverdece en época seca, hojas y frutos forrajeros.
- Acrocarpus fraxinifolius: 30-50 mts. Madera no durable, muebles, cajas.
- Cedrela odorata: Cedro, 30-40 mts. Ebanistería fina
- Cordia alliodora: Laurel, 25-30 mts., leña, ebanistería, construcción liviana, rebrota.
- Cybistax donell smithii: Primavera, Palo Blanco, 25-33 mts. Leña, ebanistería fina, rebrota.
- Eucalyptus camaldulensis: 35-45 mts. Leña, varas sostén de banano, estacas, pulpa de papel, melífero, rebrota.
- Eucalyptus citriodora: 30-40 mts. Leña, postes de conducción, estacas, madera dura, perfumería, melífero, ornamental, rebrota debilmente.
- Eucalyptus clesiana: 35-45 mts. Leña, postes construcción, y transmisión, rebrota.
- Eucalyptus deglupta: 50-60 mts. Leña, pulpa, enchapado, melífero, postes construcción y conducción, rebrota.
- Eucalyptus globulus: 40-50 mts. Leña, construcción, cajas, postes construcción y conducción, pulpa, aceite, melífero, rebrota.
- Eucalyptus gomphocephala: Tolera vientos marinos y suelos salinos, leña, estacas, postes, rebrota.
- Eucalyptus grandis: 40-55 mts. Leña, ebanistería, postes construcción y conducción, pulpa, estacas, rebrota.
- Eucalyptus occidentalis: 20-25 mts. Leña, madera dura, postes, estacas, control erosión, rebrota.

Eucalyptus robusta: 25-30 mts. Leña, sombra cultivos, melífero, postes construcción y conducción, pulpa, rebrota.

Eucalyptus saligna: 35-45 mts. Leña, ebanistería, postes, pulpa, cajas, melífero, rebrota.

Eucalyptus tereticornis: 35-45 mts. Leña, postes, estacas, pulpa, construcción, rebrota.

Swietenia macrophylla: Caoba, 30-40 mts., ebanistería fina, construcción, rebrota.

Tectona grandis: Teca, 30-40 mts., leña, ebanistería, postes, estacas, rebrota.

Terminalia ivorensis: 35-45 mts. sombra de cultivos, construcción, pulpa, rebrota.

Toona ciliata: (Falso cedro), 30-35 mts., ebanistería fina, rebrota.

B. Segundo Estrato.

Guilielma gasipaes: Pejiballe, palma de frutos comestibles.

Cocus nucifera: Coco

Orbigna cohuna: Manaco, corozo, perfumería, construcción

Bactris gasipaes: Palma africana de frutos industrializables.

Acrocomia mexicana: Palma de coyol, frutos comestibles.

Elaeis guineensis: Palma africana.

Persea spp: Aguacate.

Annona spp.: Anonas, varias especies.

C. Tercer Estrato

Musa varias especies: Plátano, majunche, banano.

Myristica fragrans: Nuez moscada.

D. Cuarto Estrato.

Frutales de porte bajo u otros.

<u>Theobroma cacao:</u>	Cacao
<u>Coffea spp:</u>	Café
<u>Citrus sinensis:</u>	Naranja
<u>Citrus limonum:</u>	Limón
<u>Citrus medica:</u>	Cidra
<u>Citrus grandis:</u>	Pmelo
<u>Citrus paradisi:</u>	Toronja
<u>Citrus aurantium:</u>	Naranja agria
<u>Citrus reticulata:</u>	Mandarina
<u>Calliandra calothyrsus:</u>	Callandra
<u>Cinnamomum zeilanicum:</u>	Canela
<u>Cinnamomum camphora:</u>	Alcanfor
<u>Pimenta officinalis:</u>	Pimienta
<u>Cyphomandra betacea:</u>	Tomate de árbol
<u>Ficus carica:</u>	Higos
<u>Carica papaya:</u>	Papaya
<u>Solanum quitoense:</u>	Naranjilla

E. Quinto Estrato

Herbáceas semiumbrófilas o poco exigentes de luz .

<u>Elettaria cardamomum:</u>	Cardamomo
<u>Zingiber officinale:</u>	Jengibre
<u>Agave sisalana:</u>	Sisalana

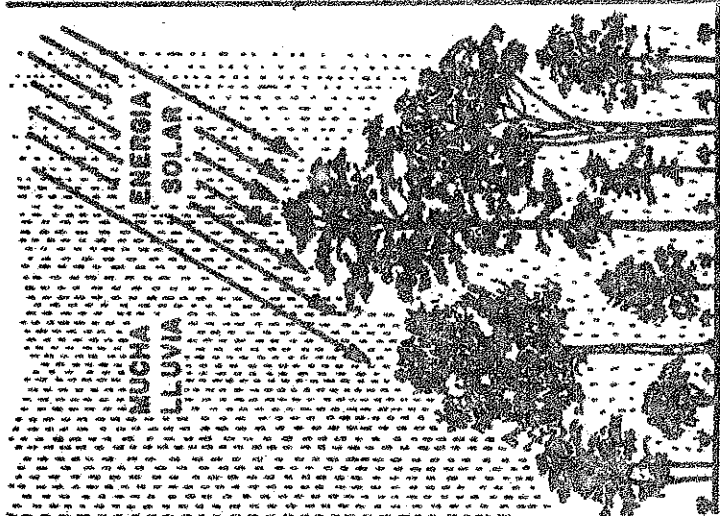
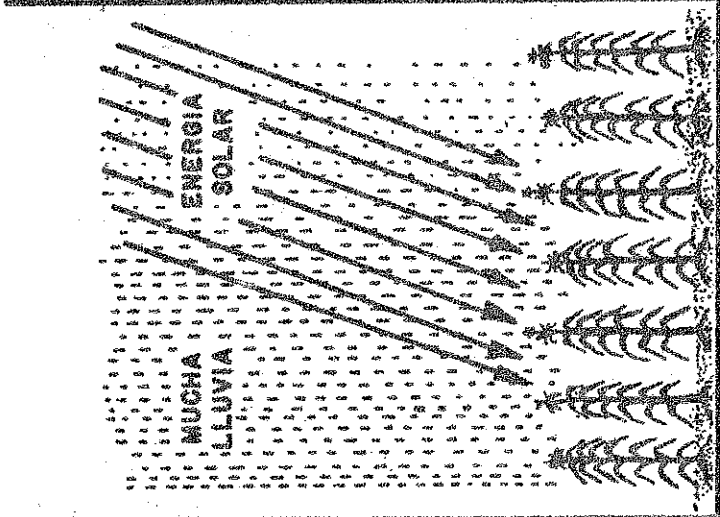
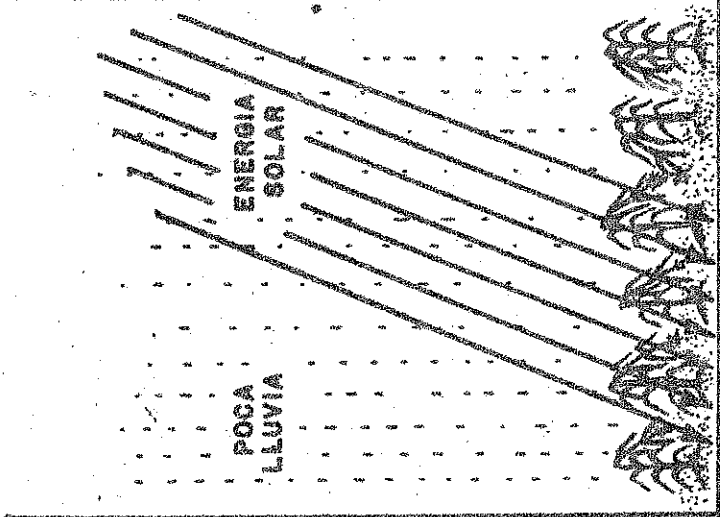
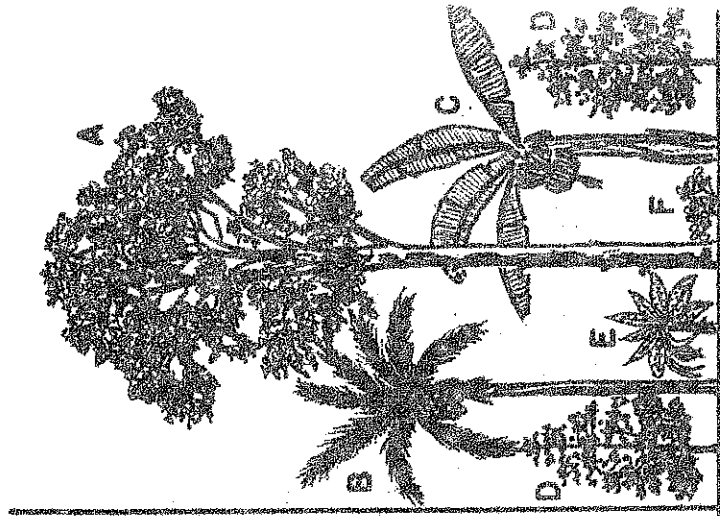
<u>Curcuma petiolata:</u>	Cúrcuma
<u>Piper nigrum:</u>	Pimienta negra
<u>Piper cubeba:</u>	Cubeb

F. Plantas que ocupan el estrato más bajo. Algunas erectas, otras rastro-
ras o trepadoras.

<u>Phaseolus vulgaris:</u>	Frijol de suelo
	Frijol tropical
<u>Ipomea batatas:</u>	Camote
<u>Xantosoma sp.</u>	Malanga
<u>Vanilla fragrans:</u>	Vainilla
<u>Arachis hypogea</u>	Maní
<u>Stizolobium deeringianum:</u>	Frijol terciopelo
<u>Dolichos lablab:</u>	Dolicos
<u>Vigna sinensis:</u>	Cowpeas

Hortalizas de varios géneros y especies, dependiendo de la intensidad de
luz que penetra a este piso.

<u>Monstera sp.</u>	Uso industrial o exportable, mimbre.
<u>Monstera deliciosa:</u>	Monstera, fruto comestible .
<u>Ananas comosus:</u>	Piña
<u>Pueraria thumbergiana:</u>	Kudzu tropical
<u>Canavalia ensiformis:</u>	Frijol de burro
<u>Canavalia gladiata:</u>	Frijol de espada

 <p>MUCHA LLUVIA ENERGIA SOLAR</p>	 <p>MUCHA LLUVIA ENERGIA SOLAR</p>	 <p>POCA LLUVIA ENERGIA SOLAR</p>	 <p>A B C D E F</p>
<p>Bosque Primario.</p> <p>Sistema auto-sustentado.</p>	<p>Desmonte - Roca y quema. Agricultura Migratoria. Cultivo tradicional anual.</p> <p>Ciclo de sub-explotación deficitario.</p>	<p>Suelo desnudo. Barbecho - Meses de sequía o poca lluvia.</p> <p>Ciclo de empobrecimiento.</p>	<p>Suelo en plena recuperación. Sistema ± autosustentado. Producción ininterrumpida.</p> <p>Sistema integrado permanente estratificado.</p>
<p>Nitrificación - Reciclaje de nutrientes - Formación de materia orgánica (Humificación) - Fijación simbiótica de N al suelo (Legum + Rhizobium) Nitrificación. Bioconversión de la energía radiante del sol - Fijación del Nitrogeno atmosférico por bacterias - Conversión del CO₂.</p>	<p>Denitrificación - Utilización de energía solar y parte de nutrientes disponibles y lluvia - Bioconversión de energía - Pérdida de nutrientes disponibles por erosión y lixiviación - Pérdida de humus.</p> <p>Según J. Dubels, IICA - Tropicos - Modificado CEB.</p>	<p>Denitrificación por gasificación del Nitrogeno (Amonia) - Pérdida de materia orgánica por erosión - Incineración de humus por el sol - Pérdida de nutrientes por lixiviación y erosión.</p>	<p>Nitrificación - Reciclaje de nutrientes Formación de materia orgánica - Bioconversión - Conversión del CO₂ - Aprovechamiento total de los recursos suelo y energía radiante.</p>

BIBLIOGRAFIA

1. BAILEY, L.H., 1957. Manual of cultivated plants. The Macmillan Company. New York. 1116 p.
2. BENE, J.G. Beall, H.W. COTE A., 1978. El bosque tropical: sobre-explotado y sub utilizado. CONIF. Serie Técnica No. 5.
3. BRONSTEIN, G., 1983. Producción de pasto asociado con poró (Erythrina poeppigiana) con laurel (Cordia alliodora), y sin árboles. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Turrialba, Costa Rica. 5 pp.
4. DETLEFSEN R., G.E., 1984. Comportamiento inicial de tres especies forestales para producción de leña con y sin asocio de maíz en La Máquina, Suchitepéquez, Guatemala. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala, Fac. de Agronomía. 104 p.
5. DUBOIS, J, 1979. El papel de IICA trópicos en la promoción de sistemas Agrosilvo pastoriles. In taller sistemas agroforestales en América Latina. Turrialba, Costa Rica. Actas. Editado por G. de las Salas. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 226 p.
6. ESTRADA B., C.E., 1984. Sistemas agroforestales para producción de leña. Trabajo presentado en el "Curso sobre plantaciones para producción de leña". Amatitlán, Guatemala. 14 p.
7. _____, 1983. Arboles de sombra en cultivos perennes.
8. _____, 1984. Sistemas agroforestales para producción de leña.
9. FAO; 1980. Medio ambiente 1. Los recursos naturales y el medio humano para la agricultura y la alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 70 p.
10. FLOHR D., O.A., 1981. Análisis sobre la deforestación de la ciudad de Guatemala y su área de influencia. Período 1954 - 1981. Tesis Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. 37 p.

11. GONZALEZ G., L.E., 1980. Efecto de la asociación de Laurel (Cordia alliodora) sobre producción de café (Coffea arabica) con y sin sombra de Poró (Erythrina poeppigiana). Tesis Mg. Sc. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Turrialba, Costa Rica. 110 p.
12. KING., K.F.S. and CHANDLER, M.T., 1978. The wasted lands. ICRAF, Nairobi, Kenya.
13. _____, 1980. Agroforestry and the development of tropical forestry. Paper presented to the export consultation on tropical forests. United Nations Environment Programme. Nairobi, Kenya.
14. KING, K.F.S. y CHANDLER, M.T. 1978. Las tierras desperdiciadas Nairobi, Kenya, Consejo Internacional para la Investigación en Agrosilvicultura. 44 p.
15. LITTLE, E.L. Common Fuelwood Crops. Communi. Tech. Associates. Morgantown, West Virginia. 354 p.
16. MARTINEZ H., H.A. 1981. Encuesta a hogares, pequeña industria y distribuidores de leña en Guatemala. Informe Final. Guatemala. 88 p.
17. _____: 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. 1982. 64 p.
18. _____, 1983. Sistemas agroforestales.
19. _____, 1983. Algunos casos de agroforestería observados en Guatemala.
20. _____, 1982. Cultivo asociado de maíz con una especie forestal en la zona seca de Guatemala: caso Huité.
21. _____, 1983. Huité un ejemplo de sistema Taungya para producción de leña.
22. _____, y ESTRADA B., C.E., 1982. Algunos aspectos del uso de la tierra en los ecosistemas tropicales. Trabajo preparado para la mesa redonda "El trópico y sub trópico húmedo, situación actual, utilización, manejo y proyección en Guatemala. Guatemala. 8 p.

23. NAIR, P.K.R., 1980. Agroforestry species. International Council for Research in Agroforestry. Nairobi, Kenya.
24. ORTIZ, L. 1982. La agroforestería como una práctica de manejo de la tierra en la ampliación de la frontera agrícola. Trabajo presentado en el Curso Documentación e Información Forestal. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza -CATIE-, Turrialba, Costa Rica,. 10 p.
25. REDHEAD, J.F., MAGHEMBE, J.A. Agroforestry: Integrated land use for rural communities in tropical Africa. Division of Forestry, University of Dar-es-salaam. Morogoro, Tanzania.
26. ZANOTTI, J.R., 1983. Ensayo de 6 especies leguminosas forestales para producción de leña. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala.

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL
PROBLEMA DE LEÑA EN GUATEMALA

Héctor A. Martínez H.

Trabajo preparado para el Curso sobre Técnicas Agroforestales en
la Producción de Leña realizado en Ametitlán, Guatemala,
1-3 Marzo 1983

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
INSTITUTO NACIONAL FORESTAL

Proyecto Leña Acuerdo INAFOR-CATIE/ROCAP
Guatemala, 1983

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE
EL PROBLEMA DE LEÑA EN GUATEMALA

H. A. Martínez H. 1)

1. INTRODUCCION

En los países en desarrollo la madera constituye la principal fuente de energía para las necesidades básicas de cocción de alimento, calefacción y aún de alumbrado.

Guatemala no escapa a esta situación: según el censo de 1964 (4) de un total de 801.355 hogares el 84.9 % utilizaban leña y el 4.7 % carbón de tal forma que el 89.6 % utilizaban madera como combustible; según el censo de 1973 (5) de un total de 997,768 hogares, el 80.6 % usaban leña y el 2 % carbón: aunque hay una disminución relativa, se presentó un crecimiento absoluto real en el número de hogares que utilizaban madera como combustible y por tanto en el consumo total de leña.

Para 1980 Bogach (2) estimó que un 80 % de la población utilizaban leña sola o en combinación con otro combustible; Martínez (9) en una encuesta dirigida al sector urbano encontró que en general hasta un 52 % de este sector utiliza leña; en la ciudad capital, aparentemente un 35 % de los hogares la usan; en el sector rural el 88 % de los hogares usan solo leña y el 6 % la usan en combinación con otros combustibles (10).

La mayor concentración de población (60 %) se localiza en el Altiplano central y occidental (6) y paralelamente allí se ubican menos del 25 % de los bosques nacionales (9 % del territorio) la mayoría de ellos en zonas de alta pendiente (7); la costa sur por su vocación agrícola ha eliminado su cubierta forestal, teniendo en la actualidad

1) Silvicultor Técnico Residente CATIE, Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía. Acuerdo INAFOR-CATIE.

serios problemas para el abastecimiento de combustibles de origen vegetal: las tierras bajas orientales, por sus características ecológicas, tiene serias limitaciones para el crecimiento de algunas especies forestales.

2. CONSUMO DE LEÑA

El consumo de leña en un área depende, en general, de la abundancia del recurso forestal existente, la disponibilidad de combustibles alternativos, el tipo de alimentos sometidos a cocción, el tipo de fogón utilizado, el clima y las costumbres y tradiciones.

En cuanto al volumen de leña utilizada en Guatemala, aunque no existen estadísticas al respecto, hay algunas estimaciones:

Según SIECA* citado por AID (1) en 1978, del total de madera extraída de los bosques de Guatemala, el 91 % se utilizó como leña y carbón. Según López (8) el consumo de leña en 1980 se distribuyó en Guatemala así: 82 % para uso doméstico y 18 % para uso en agricultura y pequeña industria; en 1980 Bogach (2) encontró un consumo anual per cápita de 1650 lbs. (726 Kg.) de leña equivalentes a 1.8 m³; la producción de leña para el mismo año, según estimaciones de la FAO (3) fue de 11.1 millones de metros cúbicos.

Este consumo se refleja en el balance energético nacional del año 1980: de un total de 3279.7 miles de TEP consumidos en el país, 1955 (59.9 %) provinieron de leña (8). Aparentemente esta situación va a sufrir pocos cambios en los próximos 20 años.

Aunque la leña es un combustible no centralizado y su uso está casi siempre fuera de los canales de comercialización, existen en Guatemala algunos indicadores de la importancia de este combustible para la economía doméstica: se estima que el 53 % de las familias que usan leña la compran (2). En 1982 el valor de la leña comprada

*Secretaría General del Tratado de Integración Económica de Centro América.

fluctuaba entre Q.12.00 y Q.16.00 (tasa de cambio oficial Q.1.00 = US \$ 1) el metro cúbico al consumidor en diversas zonas del país (11). En la ciudad capital el precio de un leño de madera oscila entre 5 y 8 centavos de quetzal.

A pesar de los altos precios de la leña muchos de los usuarios de este combustible no cambian a otros combustibles por una o varias de las siguientes razones:

- a) El bajo nivel de ingresos que impiden la compra de estufas para quemar otros combustibles.
- b) Los altos costos de los combustibles derivados del petróleo.
- c) Resistencia al cambio por costumbres y tradiciones.

En las zonas rurales y periferia de los centros urbanos de leña es obtenida por autoabastecimiento utilizando para ello buena parte del tiempo efectivo de las amas de casa, niños y aún jefas de hogar, quienes al terminar su jornada laboral utilizan un tiempo adicional para "hacer" la leña. Esto, desde luego, implica un costo que es difícilmente cuantificable.

Las fuentes de abastecimiento para este auto-abastecimiento las constituyen los bosques a orillas de caminos, leña de desembre de cultivos perennes, manchas de sucesión secundaria ("guatales"), cercos vivos y cualesquiera elemento leñoso que se encuentre cerca de sus hogares. Cerca a los centros poblados se va formando un anillo alrededor de la población alejándose diariamente el bosque y por tanto aumentando el tiempo y el esfuerzo para la obtención de la leña.

Por ejemplo en un área de 374 Km² que rodean a la ciudad de Guatemala el área boscosa se redujo entre 1954 y 1981 en un 48 % citándose entre una de las causas al consumo de leña y carbón.

Posiblemente las causas del alto consumo de leña pueden buscarse, aunque no exclusivamente, en:

- a) El tipo de fuego tradicional (abierto) que produce pérdidas por irradiación de hasta un 90 % de la capacidad calórica de la madera.
- b) Sobrepoblación, bajo nivel económico y falta de educación en el uso del recurso bosque.
- c) Inexistencia de sistemas eficientes de calefacción en el Altiplano.
- d) Costumbres y tradiciones en el uso de la leña.

Una consecuencia inmediata del alto consumo de leña, sin asegurar previamente su abastecimiento y renovación constante, es la elevación de los precios, la aparición de "zonas críticas" y el consecuente impacto en la economía del hogar.

Pero el problema del abastecimiento de leña no solo se circunscribe a la incidencia sobre la economía doméstica o de las pequeñas industrias que hacen uso de este combustible; se deben tomar en cuenta además las pérdidas de oportunidad por dedicar parte del tiempo útil a la recolección y transporte de este combustible. (cuando se trata de autoabastecimiento), el uso de combustibles fósiles para el transporte, la incidencia en la salud de los usuarios, y lo que es más importante las consecuencias ecológicas del uso indiscriminado que se reflejan en

pérdidas de la cobertura forestal con cambios en el régimen hidrológico de los cauces de aguas, erosión, inundaciones, hechos todos estos que afectan directa o indirectamente la economía del país y el patrimonio de las generaciones futuras.

BIBLIOGRAFIA

1. AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT. 1980. Fuelwood and Alternative Energy Sources; RDCAP Project Paper. Washington D.C., Department of State. 120 p.
2. BOGACH, S. 1981. A fuelwood policy for Guatemala; a report to the United Nations Development Program, Project GUA/74/014. Van Meurs and Ass. Lmtd and William G. Mathews Ass. Lmtd. eds. Ottawa. 242 p.
3. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. 1982. Yearbook of forest products; 1969-1980. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Forestry Series No. 15. pp. 83.
4. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. 1972. Censo de vivienda 1964, 2o.; viviendas particulares. V2. pp. 282-312.
5. _____. 1976. Censo de habitación 1973, 3o.; república: hogares y viviendas colectivas. V2. pp. 630-632.
6. _____. 1981. Censos nacionales 1981; IX población, IV habitación: cifras preliminares. Guatemala. 16 p.
7. _____. SECRETARIA GENERAL DEL CONSEJO DE PLANIFICACION ECONOMICA, INSTITUTO NACIONAL FORESTAL, INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1979. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra; memoria explicativa. 48 p.
8. LOPEZ R., L. 1982. Balance energético nacional 1980. Guatemala, s.n.t. 10 p.
9. MARTINEZ H., H.A. 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.
10. _____. 1982. Importancia del componente arbóreo en algunas fincas de Guatemala. Guatemala, CATIE-INAFOR. 53 p.
11. ZANOTTI, J.R. 1982. El uso de leña en Guatemala y especies utilizadas. In H.A. Martínez H. ed. Curso sobre metodologías de investigación y técnicas de producción de leña. Guatemala, CATIE-INAFOR. pp. 15-24.

REFERENCIAS

1. MARTINEZ H., H.A. 1982. Cultivo asociado de maíz con una especie forestal en la zona seca de Guatemala: caso Huité. In Curso sobre metodologías de investigación y técnicas de producción de leña. Amatitlán, Guatemala, 1982. Actas. Editado por H.A. Martínez H. Guatemala, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Instituto Nacional Forestal pp. 69-71.
2. _____ y ZANOTTI, R. 1982. Informe anual Proyecto Leña Guatemala. Guatemala, Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía. 40 p.
3. SOLANO, R.A., RODRIGUEZ, A. y ELVIRA, P. 1982. Efecto de la altura de corte sobre la producción de forraje, leña y sobrevivencia de plantas de Leucaena leucocephala var. Guatemala. In Reunión Anual del PCCMCA, 28, San José, Costa Rica. 8 p.

ALGUNOS CASOS DE AGROFORESTERIA
OBSERVADOS EN GUATEMALA

Hector A. Martínez H.

Trabajo preparado para el Curso sobre Técnicas Agroforestales en
la Producción de Leña realizado en Amatitlán, Guatemala,
1-3 Marzo 1983

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
INSTITUTO NACIONAL FORESTAL

Proyecto Leña Acuerdo INAFOR-CATIE/ROCAP
Guatemala, 1983

ARBOLES DE SOMBRA EN CULTIVOS PERENNES

Carlos E. Estrada B. 1)

El asocio de árboles con cultivos anuales o semi perennes, ha sido una práctica desarrollada por los agricultores de todas partes del mundo durante la vida de la humanidad. Sin embargo los estudios de producción efectuados en monocultivos, han demostrado que comparando un cultivo bajo sombra con otro a pleno sol, este último podría duplicar y hasta triplicar su producción.

La teoría sustentada y orientada por las agencias de extensión, es la producción de cultivos a pleno sol, con el fin de aumentar la cantidad de las cosechas de los cultivos tradicionales. Pero la gran mayoría de los pequeños y medianos agricultores, así como la agricultura de subsistencia de los países en desarrollo, que están localizados en áreas tropicales, obtienen sus cosechas de suelos que fluctúan entre marginales y medianos, en cuanto a su calidad y potencialidad productora.

Los cultivos a pleno sol son más exigentes a un buen manejo, una planificación más racionalizada de fertilización y un buen plan de conservación de suelos.

En cambio los cultivos producidos bajo una cubierta vegetal bien administrada (sombra), son capaces de dar una producción más uniforme todos los años, aún dependiendo de un suelo de baja capacidad (2).

Al plantar cultivos bajo sombra, esta última tiende a reducir la fotosíntesis, el metabolismo, el crecimiento y la transpiración, de manera que las plantas se vuelven menos exigentes en cuanto a la calidad del suelo, lo que ayuda a lograr producciones sostenidas en suelos de baja calidad (5).

1) Agrónomo. Asistente de Investigación del Proyecto Leña CATIE/INAFOR y Coordinador del Departamento Agroforestal de CAMAT.

Algunos de los socios más interesantes que se han estudiado ha sido el de Café más Pito extranjero (*Erythrina poeppigiana*) más Laurel (*Cordia alliodora*). El comportamiento de cada una de estas especies está totalmente desligado de las demás y se esperan beneficios económicos a diferentes épocas tanto en el tiempo como en la forma, así el Café, se cosecha anualmente, el Pito gigante para reducir la sombra incorporando al tiempo materia orgánica se poda dos veces por año y Laurel que es una especie maderable, se cosechará a los 20 a 25 años o bien en un ciclo más corto de tiempo, dependiendo del tipo de uso que se le quiera dar a la madera.

La combinación ó asocio de cultivos agrícolas y arbóreos permite hacer un uso múltiple del suelo, al producir alimentos en la fase inicial de la especie forestal. Esta asociación se conoce con el nombre de Taungya. Tiene la ventaja de permitir el uso de suelos con vocación forestal en el establecimiento de cultivos alimenticios sin producir descapitalización del componente bosque, además que las especies forestales se benefician de las labores culturales que se les prodigan a los cultivos estacionales.

Este sistema de producción Agrosilvícola tiene poca duración en el tiempo y en el espacio, porque a medida que los árboles van creciendo y cerrando el dosel, los cultivos estacionales van perdiendo espacio y es necesario abandonar ese suelo para dejarlo únicamente a la especie forestal.

Pero el caso de cultivos perennes que se desarrollan bajo cubiertas vegetales también perennes, es diferente, porque la competencia por la luz, los nutrimentos, el agua y el aire es tan equilibrada, que se supone semeja la coexistencia de un bosque natural, en donde todos los subsistemas involucrados luchan por la sobrevivencia, creando un

equilibrio biológico que cada especie se desarrolla dentro de su propio nicho ecológico.

El beneficio indirecto que los árboles de sombra le prodigan al suelo puede medirse desde muchos ángulos; uno de ellos es que si esta sombra es manejada racionalmente y se podan las ramas con cierta periodicidad, las raíces pierden alimentos procesados y se mueren, lo que deja en el suelo una cantidad considerable de pequeños y medianos túneles, que favorecen la entrada de aire, el movimiento de agua hacia estratos más profundos del suelo y le facilitan los movimientos a ciertos animales benéficos como las lombrices de tierra.

Otro beneficio es la alfombra verde producida por las hojas que botan los árboles de sombra, la que con el tiempo se transforma en humus y nutrimentos del suelo, beneficiando a los cultivos.

Este humus o mantillo vegetal depositado sobre la superficie del suelo incide en el enriquecimiento de las cepas superficiales, pues por reciclamiento de nutrimentos, las raíces profundas de los árboles de sombra los absorben y transportan a sus hojas, las que al caerse por efectos de la poda obligada ó por la misma autopoda, forman la alfombra superficial que al descomponerse libera nutrimentos que no estaban al alcance de las raíces del cultivo y son aprovechados por éste.

El subsistema malezas, que en un monocultivo a pleno sol necesita un tratamiento especial para mantenerlo dentro de cierto control, queda si no controlado, por lo menos dentro de un límite soportable en cultivos bajo sombra manejada ya que la maleza mientras más luz y calor tiene a su disposición se vuelve más agresiva.

- a) De los estratos alejados de la superficie del suelo por medio de su sistema radicular profundo.
- b) Los árboles de sombra interactuado como un subsistema dentro del Agroecosistema, también tienen sus propios mecanismos para la obtención de nutrimentos los consiguen por medio de la simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógeno que conviven con las raíces de los árboles; micorrizas en algunas familias no leguminosas y Rhizobiums en las leguminosas; y,
- c) Por medio de su sistema radicular superficial, el que entrelazándose con el del cultivo, utilizan el máximo los nutrimentos disponibles en las capas superficiales del suelo.

Esta última forma de utilización del potencial productivo de los estratos superficiales del suelo, también son un beneficio indirecto que los árboles de sombra le prodigan al suelo, pues al aprovechar todos los nutrimentos disponibles en la superficie, evitan el proceso de lixiviación, la que consiguientemente trae formaciones secundarias de estratos endurecidos o Hardpan en el sub-suelo.

La forma de nutrición de los árboles de sombra y la del cultivo, rara vez tienen las mismas características, ya que los primeros se benefician de los estratos profundos del suelo y de los gases del aire al fijar nitrógeno por medio de simbiosis, y el cultivo por tener raíces más superficiales, se nutre de las capas altas del suelo y del reciclamiento de nutrimentos que efectúan los árboles de sombra con la caída de sus hojas. Además de la absorción del nitrógeno dejado por los nódulos de las raíces de los árboles de sombra.

El subsistema plagas, interactuando en un agrosistema de monocultivo a pleno sol, se sabe que es muy agresivo por contar con gran

cantidad del alimento que consume encontrándolo a muy corta distancia.

Su control es estrictamente bioquímico, el éxito del monocultivo depende exclusivamente de las aplicaciones de biocida que se le prodigan, ya que al iniciar una sola aplicación insecticida queda totalmente quebrado el equilibrio biológico insectil y la sobrevivencia del cultivo depende directamente del químico utilizado.

En un agrosistema diversificado o multiespecífico, el subsistema plagas no tiene la oportunidad de multiplicarse con tanta celeridad y agresividad, pues tiene que saltar cadenas de especies vegetales que no le son afines por poder llegar a la especie que le sirve de alimentación, lo que ayuda a que muchas veces el insecto no encuentre la planta que busca y se muera o emigre a otra zona que le es más propicia para su alimentación.

El monocultivo a pleno sol tiene mayor función fotosintética, más acelerada respiración, mayor transpiración, un metabolismo más violento y un crecimiento mucho más veloz, lo que los hace exigentes a una sobrealimentación que no puede ser suplida por los nutrientes presentes en la solución del suelo ya que estos conllevan un proceso lento en su meteorización, mineralización, solubilización y aprovechamiento por los sistemas radiculares.

Para obtener cosechas rentables en esta forma se presenta la necesidad de suplir con fertilizantes químicos la alta exigencia del cultivo.

Esta práctica de fertilización del suelo en forma química, también conlleva cierto detrimento en el subsistema suelo del agrosistema,

pues muchos fertilizantes químicos poseen la cualidad de llevar otros elementos en su mezcla, que inciden en forma perjudicial al suelo. El caso de la urea con alto contenido de biuret, que es fitotóxico es un ejemplo. El sulfato de amonio con las altas cantidades de azufre que libera, acidificando el suelo es otro ejemplo. Algunos compuestos de nitrógeno, fósforo, potasio, manganeso, boro y ciertos metales pesados utilizados como fertilizantes, tienen también efectos funestos sobre la ostilidad de los suelos (6).

Al fertilizar químicamente al monocultivo, es cierto que se cumple con la labor de obtener cosechas abundantes, pero también es cierto que se corre el riesgo de intoxicar, sobreacidificar ó de adicionar elementos perjudiciales o subproductos que resultan fitotóxicos y detrimentes al subsistema suelo.

El ciclo hidrológico y la captación de aguas que no se encuentran al alcance del monocultivo, son mejorados y aprovechados por el sistema Agrosilvícola, (cultivos bajo sombra de árboles) pues estos últimos, al alcanzar mayores alturas, poseer copas más frondosas y tener ramas más grandes que ocupan un mayor lugar en el espacio, tienen mejor oportunidad de efectuar una coalescencia con las nubes y neblinas nocturnas que circundan el ambiente.

Estas ramas interceptan el paso de aire cargado de vapor de agua que por diferencia de temperaturas, por porosidad y por capilaridad, este vapor se condensa, corre por las ramas, se desliza por el tronco y llega a enriquecer las capas superficiales del suelo, las que si no tuvieran los árboles de sombra, perderían esa fuente hidrológica.

Sirva pues toda esta relación de las ventajas de cultivar árboles de sombra dentro de los cultivos perennes, para que se medite muy

profundamente sobre la posibilidad de introducir un sistema agroforestal en los cultivos de subsistencia, ya que además de obtener todas las ventajas biológicas que se enumeraron, se obtendría la ventaja económica de tener una fuente inagotable del energético Leña que consume a diario el pequeño agricultor.

Liberándolo por lo menos en parte de la dependencia externa del consumo de energéticos fósiles y de la utilización indiscriminada de los fertilizantes derivados del petróleo.

BIBLIOGRAFIA

1. BEER, J. 1983. Arboles de sombra en cultivos perennes. In curso agroforestal. 1983. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
2. BUDDOWSKI, G. 1978. Sistemas agrosilvo pastoriles en los trópicos húmedos. Trad. al español. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
3. COMBE, J. 1982. Agroforestry Techniques in tropical countries: potential and limitations. Agroforestry systems 1(1): 13-27. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, the Hague.
4. HART, R.D. 1979. Agroecosistemas; conceptos básicos. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza -CATIE-. Serie materiales de enseñanza. No. 1.
5. PURSEGLOVE, J.W. 1968. Tropical crops: Dicotyledons. New York. Wiley. pp. 333-719. In Beer, J. 1983. Arboles de sombra en cultivos perennes. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. D.R.N.R., Turrialba; Costa Rica.
6. WALLACE, T. 1953. The diagnosis of mineral deficiencies in plants. Chemical publishing Co-Inc.
7. Wiersum, K.F. 1982. Tree gardening and Taungya in Java: examples of agroforestry techniques in the humid tropics. In agroforestry systems 1(1): 53-70. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk publishers. the Hague.

**. LOS ARBOLES DE SOMBRA EN CULTIVOS PERENNES
EN GUATEMALA**

Francisco A. Padilla Q.

**Trabajo preparado para el Curso sobre Técnicas Agroforestales
en la Producción de Leña. Amatitlán, Guatemala
24 - 26 de mayo de 1984**

**Para la reproducción de este documento se recibió apoyo financiero de la
Agencia Internacional de Desarrollo del gobierno de los Estados Unidos
de América a través de la Oficina Regional para Programas en Centro
América (AID/ROCAP).**

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

LOS ARBOLES DE SOMBRA EN CULTIVOS PERENNES EN GUATEMALA

Francisco A. Padilla Q. 1/

1. INTRODUCCION

El 72% del territorio guatemalteco es de vocación forestal y una parte de éste está destinada a plantaciones de cultivos perennes, tales como café, cardamomo y cacao. La experiencia de los agricultores y las exigencias de los cultivos han permitido el asocio con árboles de sombra, con el objeto de regular factores climáticos como: luz, temperatura, humedad, vientos y minimizar la erosión provocada por el agua.

Actualmente existen dos tipos de sombra:

1. Artificial: o sea los árboles que son plantados por el hombre a un distanciamiento uniforme y ordenado, dentro de la misma área donde se establece un cultivo perenne, destinado a la producción agrícola.
2. Sombra natural: El hombre establece el cultivo perenne en la misma área cubierta por un bosque formado por la naturaleza. Se elimina el estrato inferior del bosque dejando, los árboles de mayor interés económico y funcional para que pueda desarrollarse el cultivo a establecer.

Los cultivos a pleno sol son más exigentes a un buen manejo, planificación racionalizada de fertilización y buenas prácticas de conservación de suelos (4), mientras los cultivos establecidos bajo árboles de sombra bien regulada, son capaces de producir una cosecha más uniforme todos los años, aun en suelos de baja calidad (2).

2. CARACTERISTICAS DESEABLES DE LOS ARBOLES DE SOMBRA PARA CULTIVOS PERENNES: *

1. Compatibilidad con el cultivo, lo que significa una competencia mínima por agua, nutrientes y espacio.
2. Sistema radical fuerte (resistente a los vientos)

1/ Ingeniero Agrónomo Proyecto Leña, INAFOR-CATIE.

* Tomado de BEER, J. Árboles de sombra en cultivos perennes (2).

3. Capacidad de propagarse por estacas grandes, y dar una rápida y adecuada sombra.
4. Capacidad de fijar nitrógeno en el sistema radicular.
5. Poseer una copa angosta que de un patrón de sombra en parches en vez de una sombra uniforme que produzca una luz de baja calidad fotosintética.
6. En el caso de las especies productoras de madera, es deseable un diámetro de copa pequeño que: a) reduzca la resistencia al viento y por lo tanto el riesgo a la caída, b) permita densidades relativamente altas pero manteniendo los niveles de luz adecuados para el cultivo c) minimice los daños ocasionados al cultivo cuando los árboles son tumbados d) de rápido crecimiento apical, e) que se autopoden y que en condiciones de crecimiento libre formen troncos rectos no bifurcados.
7. Que las ramas y troncos no sean quebradizos ni tengan espinas, para facilitar su manejo.
8. Tolerancia a las podas repetidas (producción de leña) y que el material podado se descomponga rápidamente y sea alto en biomasa.
9. En el caso de árboles deciduos, que rápidamente generan nuevas hojas para reestablecer las condiciones originales de sombra.
10. Que presenten hojas pequeñas, para evitar el efecto de coalescencia de las gotas de lluvia que causan daño por golpeo.
11. Que no tenga efectos alelopáticos.
12. De corteza lisa que no permita hospedar epifitas.
13. Que sean resistentes al ataque de enfermedades e insectos, que podrían ocasionalmente causar defoliaciones repentinas.
14. Que no sea hospedero alternativo de insectos y enfermedades del cultivo.
15. Que produzcan madera, frutas o cualquier otro producto de valor comercial.
16. Las especies de sombra no deben tener capacidad de reproducirse como malas hierbas. Ej. *Ricinus communis* y *Leucaena leucocephala* (en ciertas zonas).

3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS ARBOLES DE SOMBRA.

Beer (2) cita varios autores, indicando las posibles ventajas y desventajas de los árboles de sombra.

Posibles ventajas de los árboles de sombra con cultivos perennes:

1. Producen ciertas facilidades en el manejo del cultivo:
 - a) Prevención de sobre producción y la consecuente "die back" (quema de ápices).
 - b) Se suprime el desarrollo de malezas.
 - c) Diversificación de la producción, ejemplo: frutos, madera, etc.
 - d) Control de la fenología del cultivo ejemplo: la floración, se puede influenciar con el manejo de las condiciones ambientales a través de la poda cuidadosa de los árboles de sombra.
2. Influencias beneficiosas en el ciclo hidrológico:
 - a) Disminución de la tasa de evapotranspiración del estrato inferior.
 - b) Remoción de los excesos de humedad en el suelo, mediante la transpiración producida por la cobertura vegetal densa de sombra ejemplo: plantaciones de té en el noreste de la India.
 - c) Incremento en la entrada de humedad a través de la intercepción horizontal de neblina o nubes.
3. Protección de los patógenos, insectos y climas adversos:
 - a) Larga vida productiva del cultivo.
 - b) Reducción de los valores extremos en la temperatura del aire, suelo y superficie foliar.
 - c) Disminución del daño ocasionado por el granizo y lluvias torrenciales.
 - d) Disminución de algunas enfermedades y plagas.

- e) Disminuye la velocidad del viento.
 - f) Mayor control de la radiación solar.
4. Mejoramiento de la fertilidad y/o protección del suelo.
- a) El crecimiento y la muerte de los sistemas radicales de los árboles de sombra favorecen el drenaje y la aireación del suelo.
 - b) Existencia de mulch, producto de la caída de las hojas y residuos de la poda, ayuda a mantener la humedad en la época seca e incrementa la cantidad de materia orgánica.
 - c) Disminución de la erosión en las pendientes.
 - d) Disminuye la descomposición de la materia orgánica
 - e) Reciclaje de nutrientes que no eran accesibles al cultivo.
 - f) Fijación de nitrógeno en el sistema radicular.
 - g) Menor uso de agroquímicos ejemplo: herbicidas para malezas.

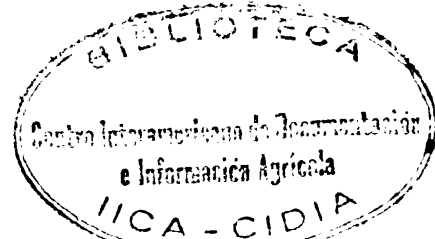
Posibles desventajas del uso de árboles de sombra con cultivos perennes:

- 1. Producen ciertas dificultades en el manejo del cultivo:
 - a) La caída natural de los árboles y sus ramas, o la cosecha de los árboles maduros, dañará el cultivo inferior.
 - b) Repetidas defoliaciones de los árboles de sombra, puede producir un cambio brusco en las condiciones ambientales normales del cultivo.
 - c) Se requiere de una labor manual extra, para el manejo de los árboles de sombra (podas).
 - d) Se dificulta la mecanización
 - e) Se dificulta la formación de prácticas mecánicas y culturales para el control de la erosión.
 - f) Las nuevas variedades de los cultivos, van enfocados a condiciones de monocultivo.

2. Influencias **detrimentales** en el ciclo hidrológico:
 - a) Competencia de los árboles de sombra por agua y oxígeno.
 - b) Evaporación del agua interceptada por las hojas de los árboles de sombra.

3. Promoción de factores adversos, climáticos, organismos patógenos, insectos.
 - a) La disminución en el movimiento del aire y el aumento en humedad pueden favorecer las enfermedades fungosas.
 - b) La **incidencia** de insectos dañinos puede ser mayor en cultivos sombreados.
 - c) Existencia de efectos alelopáticos, ejemplo: la combinación de nogal con café es potencialmente peligrosa.
 - d) Los árboles de sombra pueden ser hospederos de plagas y enfermedades, ejemplo: Albizia falcata, barrenador del café
 - e) Se da una baja en la calidad del cultivo, ejemplo: una sombra intensa puede disminuir la calidad del té.
 - f) La sombra no solo reduce la cantidad de la luz aprovechable, sino también la calidad, al absorber diferencialmente ciertas longitudes de onda de importancia en la fotosíntesis.

4. Reducción en la disponibilidad de nutrimentos para el cultivo asociado y promoción en la erosión del suelo:
 - a) Las raíces de los árboles compiten por nutrimentos.
 - b) El agua que corre en el tronco y el goteo producido por la coalescencia de las gotas en las hojas de los árboles de sombra, puede ocasionar una distribución desfavorable de la lluvia, que incrementa la erosión, daña el cultivo y disminuye el almacenamiento de agua en el suelo.
 - c) La exportación de frutos y madera constituye una salida de los nutrimentos del lugar.



4. ALGUNOS EJEMPLOS DE ARBOLES DE SOMBRA UTILIZADOS EN GUATEMALA.

4.1 Arboles valiosos asociados con plantaciones de café, cacao y cardamomo.

- a) En asocio con café es común ver árboles para la producción de madera fina, para la elaboración de muebles, ejemplo: Enterolobium cyclocarpum, Cedrela sp., Rosadendron Donell-Smithii, en el departamento de Santa Rosa; Terminalia oblonga en Mazatenango; Vochysia hondurensis, Callophyllum brassilensis, Cordia alliodora, Pinus sp., en el departamento de Alta Verapaz (observación personal).
- b) En asocio con Cacao se reporta Terminalia oblonga en el departamento de Mazatenango (5), así como Rosadendron Donell-Smithii.
- c) Cardamomo en asocio con Vochysia hondurensis, Callophyllum brassilensis y Cordia alliodora en Alta Verapaz.

4.2 Arboles de sombra productores de leña en Guatemala

- a) Café asociado con Grevillea robusta como sombra, la cual abastece de leña para la cocción de los alimentos y para la fabricación de teja y ladrillo de arcilla, en Antigua y Chimalterango; la madera de mayores dimensiones es utilizada en pequeños aserraderos para producción de muebles (5).
- b) Las especies del género Inga, asociado con café y cardamomo, son las de mayor utilización en la mayoría de cafetales en el país; la leña que resulta del desombro de este género es traída a la capital de Guatemala de los cafetales más cercanos, lo cual significa un ingreso extra para los agricultores.
- c) Gliricidia sepium, asociada con café es muy utilizada en los departamentos de Santa Rosa, Escuintla, Suchitepéquez, el desombro de la misma es utilizada para leña y postes vivos para cercas.
- d) En Amatitlán utilizan amate (Ficus sp.) y jocote (Spondias sp.) asociado con café, obteniéndose de los mismos leña y frutos para la venta;

El anexo presenta una lista de especies utilizadas como sombra en cultivos perennes en Guatemala.

5. ARBOLES DE SOMBRA EN OTROS PAISES

Gliricidia sepium es asociada con plantaciones de té en Sri Lanka, con café y pastos en Costa Rica (1). Pastizales asociados con aliso o ilamo Alnus jorullensis es utilizado en países como Colombia, Costa Rica, Guatemala, esta especie fija cantidades considerables de nitrógeno en su sistema radicular por la acción del hongo Actinomyces alni (7).

Café asociado con Erythrina poeppigiana, Mimosa scabrella, Cordia alliodora, es muy utilizado en Costa Rica (observación personal).

BIBLIOGRAFIA

1. BAGGIO, A.J. Establecimiento, manejo y utilización del sistema agroforestal cercos vivos de Gliricidia sepium (Jacq) Steud, en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. UCR-CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1982. p 91 p.
2. BEER, J. Arboles de sombra en cultivos perennes. DRNR -CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1981. 8 pp.
3. BUDOWSKI, G. Sistemas agroforestales en los trópicos húmedos. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1978.
4. ESTRADA, C.E. Arboles de sombra en cultivos perennes. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía, INAFOR-CATIE/ROCAP, Guatemala. 1983. 7 p.
5. MARTINEZ H., H.A. Los sistemas agroforestales. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía INAFOR-CATIE/ROCAP, Guatemala. 1983. 16 p.
6. PADILLA, F.A. Sistemas Agroforestales. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía, INAFOR-CATIE/ROCAP. Guatemala. 1984. 9 p.
7. ZANOTTI, J.R. Sombra en cultivos perennes. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía, INAFOR-CATIE/ROCAP. Guatemala. 1983. 9 p.

ANEXO

Especies utilizadas como sombra en cultivos perennes en Guatemala.

<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Conacaste
<i>Cedrela</i> sp.	Cedro
<i>Rosadendron Donell Smithii</i>	Palo Blanco
<i>Terminalia oblonga</i>	Palo volador
<i>Vochystia hondurensis</i>	San Juan
<i>Callophyllum brasiliensis</i>	Marfo o Santa Marfa
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel
<i>Pinus</i> sp.	Pino
<i>Grevillea robusta</i>	Gravilea
<i>Inga fissicalix</i>	Cuje
<i>Inga xalapensis</i>	Chalum
<i>Inga laurina</i>	Caspirol
<i>Inga vera</i>	Paterna
<i>Inga</i> sp.	Cushin
<i>Gliricidia sepium</i>	Madrecacao
<i>Ficus</i> sp.	Amate
<i>Spondias</i> sp.	Jocote corona
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Pito
<i>Diphysa robinoides</i>	Guachipiltin
<i>Solanum balbisii</i>	Cornavaca
<i>Ricinus communis</i>	Higuerillo
<i>Persea americana</i>	Aguacate
<i>Quercus</i> sp.	Encino
<i>Mangifera indica</i>	Mango
<i>Pithecellobium saman</i>	Canficro
<i>Anthocarpus incisa</i>	Fruta de pan, Arbol de pan.
<i>Hymenaea</i> sp.	Guapinol
<i>Teobroma bicolor</i>	Pataxte
<i>Alnus jorullensis</i>	Aliso o ilamo
<i>Melia azedarach</i>	Paraiso.

ASOCIO DE CULTIVOS ANUALES CON Pinus oocarpa Schiede.
EN EL ALTIPLANO DE GUATEMALA

Carlos A. Spiegel C.

Trabajo preparado para el Curso sobre Técnicas Agroforestales
en la Producción de Leña. Amatitlán, Guatemala
24 - 26 de mayo de 1984

Para la reproducción de este documento se recibió apoyo financiero de la
Agencia Internacional de Desarrollo del gobierno de los Estados Unidos de
América a través de la Oficina Regional para Programas en Centro Améri-
ca (AID/ROCAP).

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

ASOCIO DE CULTIVOS ANUALES CON Pinus oocarpa Schiede.

EN EL ALTIPLANO DE GUATEMALA

Carlos A. Spiegelar C.1/

1. INTRODUCCION

El Altiplano Occidental de Guatemala es la región donde existe mayor presión por el uso de la tierra, debido a la alta densidad de población que sobrepasa los 110 habitantes por Km.²; por ello los agricultores se ven obligados a incorporar terrenos cuya vocación es netamente forestal a la siembra de cultivos tradicionales que constituyen el alimento de sus familias.

La mayoría de la población que es indígena es conservadora del recurso forestal y en muchas áreas practican la asociación de cultivos anuales, en forma tradicional, con árboles forestales principalmente del género Pinus sp. Esta asociación es factible por las continuas podas que se practican a pinos y a las bajas densidades de los rodales. Los cultivos más representativos de estas asociaciones son maíz, frijol, trigo y algunas hortalizas tales como: coles, zanahoria, papa y otros.

2. ADAPTABILIDAD DEL GENERO PINUS AL ASOCIO CON CULTIVOS ANUALES.

Guatemala posee tierras altas tropicales donde las coníferas están ampliamente representadas y a pesar de existir una gran diversidad de especies, estas se encuentran sin protección y en peligro de extinción; dentro de las coníferas el género Pinus es el que tiene el mayor número de especies, siendo de mayor importancia P. ayacahuite, P. strobus var. chiapensis, P. rudis, P. pseudostrobus, P. tenuifolia, P. oocarpa, P. montezumae y otros.

Los pinos crecen en suelos pobres, secos y áridos; su adaptabilidad a las condiciones ecológicas dependerá de la especie.

El P. oocarpa crece en altitudes de 500 a _____ msnm que comprenden a las zonas de vida bosque húmedo subtropical y bosque húmedo montano bajo, esta especie se le conoce en Guatemala con los nombres de pino colorado,

1/ Asesor Subgerencia de Créditos, Banco Nacional de Desarrollo Agrícola -BANDESA-, Guatemala.

ocote y chaj. Es una planta de rápido crecimiento inicial, durante los dos primeros años, en comparación con las otras especies.

En Guatemala se encuentra distribuido desde la frontera de México hasta las fronteras de El Salvador y Honduras, den los departamentos de Huehuetenango, Totonicapán, El Quiché, Chimaltenango, Guatemala, Baja Verapaz, El Progreso, Zacapa, Chiquimula, Santa Rosa, Jutiapa.

El género Pinus responde bien al asocio con cultivos anuales principalmente en la etapa de inicio de la plantación siendo la especie P. oocarpa, la que se seleccionó para estudiar el comportamiento del crecimiento con los cultivos anuales que se asociaron.

3. ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE LA PLANTACION FORESTAL CON EL CULTIVO ASOCIADO.

Las plántulas se deben plantar a una distancia mínima de 2 x 2 m. tratando de dejar una densidad de población de 2,500 plantas/Ha. A esta distancia de siembra, es factible sembrar cultivos anuales que requieran de una distancia máxima de 0.50 a 0.60 m. entre surcos.

Posteriormente de establecida la plantación se procede a preparar el suelo para la siembra del cultivo a asociarse. Las prácticas culturales de la plantación se reducen, ya que con las limpieas que se practican al cultivo anual se aprovecha la limpia de la plantación forestal.

En los dos primeros años de edad de la plantación forestal se siembra el cultivo anual bajo las condiciones anteriores, en tanto no exista competencia por la luz y el espacio del suelo. Posteriormente deben practicarse raleos de arbolitos, con el objeto de aumentar la distancia entre plantas para continuar con la siembra del cultivo asociado, permitiendo la entrada de luz.

En plantaciones que superan los diez años de edad, la distancia de plantación debe ser de 6 x 8 m. o de 8 x 8 m. con densidad de población de 278 a 156 plantas/ha tomado en consideración que las acículas provocan acidez en el suelo siendo dañino a los cultivos que puedan establecerse.

4. CARACTERISTICAS DE LOS CULTIVOS A ELEGIRSE

- a) Que proporcionen poca sombra.
- b) Que en su período vegetativo no sobrepasen en altura a la plantación forestal.

- c) Las plantas no deben ser trepadoras.
- d) Las necesidades de nutrientes no deben agotar el suelo con rapidez.
- e) Que no sean hospederos de insectos o enfermedades que ataquen a los árboles.

5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ASOCIACIONES, EN COMPARACION CON PLANTACION SOLA.

5.1 Ventajas

- 1) Aprovechar al máximo el recurso suelo
- 2) Obtiene ingresos adicionales por la venta de los productos cosechados.
- 3) Los costos de mantenimiento de la plantación forestal son muy bajos.
- 4) El agricultor logra la formación de las plantaciones forestales a un precio bajo, asegurando el éxito de la plantación.
- 5) La plantación forestal aprovecha las fertilizaciones que se aplican al cultivo asociado.
- 6) En lugares donde existe fuerte presión por el uso de la tierra, y se cultivan terrenos cuya vocación es forestal, los agricultores continúan sembrando sus cultivos alimenticios.

5.2 Desventajas

- 1) La distancia de la plantación debe permitir la siembra del cultivo anual.
- 2) Los cultivos agrícolas compiten con la plantación forestal en agua y luz.
- 3) Al remover completamente la cubierta vegetal del suelo, para sembrar el cultivo limpio, el mismo queda expuesto a los peligros de la erosión.

**CARACTERIZACION TIPOLOGICA PRELIMINAR DE LOS SISTEMAS
AGROFORESTALES EXISTENTES EN LA CUENCA DEL RIO POLOCHIC**

Juan Alberto López Rosales

**Trabajo preparado para el Curso sobre Técnicas Agroforestales
en la Producción de Leña. Amatitlán, Guatemala
24 - 26 de mayo de 1984**

**Para la reproducción de este documento se recibió apoyo financiero de la
Agencia Internacional de Desarrollo del gobierno de Estados Unidos de América
a través de la Oficina Regional para Programas en Centro América (AID/ROCAP).**

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

CARACTERIZACION TIPOLOGICA PRELIMINAR DE LOS SISTEMAS
AGROFORESTALES EXISTENTES EN LA CUENCA DEL RIO POLOCHIC 1/

Juan Alberto López Rosales 2/

RESUMEN

La presente investigación se está realizando en la cuenca del Rfo Polochic, Guatemala, que por sus características es de importancia ecológica y económica para el país. Se ha compilado toda la información existente sobre dicha cuenca, principalmente la de tipo cartográfico, climático, edáfico y aerofotográfico.

Se efectuó inicialmente un reconocimiento general aéreo y terrestre de la cuenca, con el objeto de familiarizarse con el medio; luego se analizó toda la información antes mencionada seleccionando cuatro áreas muestra, en las cuales se determinó estereoscópicamente su cubrimiento aerofotográfico, para la confección de mapas. La fotografía aérea utilizada es del tipo infrarojo color o falso color.

Partiendo de la información secundaria generada por medio de la fotointerpretación, se seleccionaron un número promedio de 10 sitios por cada una de las áreas muestras; los cuales fueron evaluados en el campo mediante chequeos de fotointerpretación y encuesta, para la cual se utilizó un formato de recolección de datos sobre sistemas agroforestales proporcionado por CATIE-ICRAF, el cual reúne información general del área (cuenca) e información para la descripción de sistemas agroforestales.

Dada la inaccesibilidad, limitada disponibilidad de recursos y la situación política prevaleciente, algunos puntos de estas áreas muestra, fueron eliminados sustituyéndose por otros fuera de las mismas, lo cual ayudará también a correlacionar la información de áreas sin estudio aerofotográfico con áreas que si lo tienen.

1/ Resumen del Proyecto de Tesis de Grado como Ingeniero Agrónomo.

2/ Estudiante Facultad de Agronomía, USAC.

1. INTRODUCCION

La satisfacción de las necesidades de una población creciente, exige un aprovechamiento cada vez más intensivo y racional de los recursos naturales. La falta de un manejo adecuado de los recursos conlleva problemas relacionados con la destrucción de los mismos y el deterioro del ambiente.

Se considera que los sistemas agroforestales representan una forma de producción sostenida tanto de alimentos y fibras como de otros productos llamados "menores" tales como gomas, cortezas, especies y frutos. Además de ejercer una acción conservadora de los recursos a través del aporte de materia orgánica, forraje y sombra para el ganado, protección contra la erosión así como la producción de combustible y elementos de construcción (2).

Debido a que en ésta área de investigación no se cuenta con ningún aporte a nivel nacional, se ha iniciado desarrollo de la presente investigación la cual es ejecutada con apoyo interinstitucional; participan en la misma el Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA) de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el Instituto Nacional Forestal (INAFOR) y Aerofoto Centroamericana, S.A.

La unidad de investigación está basada en el concepto de cuenca hidrográfica como unidad y para el caso fue escogida la cuenca del Rfo Polochic.

Este proyecto pretende, a través de una metodología de trabajo adaptada al medio, contribuir con datos concernientes a los sistemas agroforestales que permitan llevar a cabo investigaciones específicas posteriores además de proporcionar parámetros útiles para la descripción de la cuenca.

2. METODOLOGIA

2.1 Descripción del área estudiada

Una de las más importantes cuencas de nuestro país la constituye la cuenca del Rfo Polochic, que tiene gran variedad de climas y suelos, factores que podrían ser determinantes para su aprovechamiento y manejo.

La cuenca del Rfo Polochic, pertenece a la vertiente del Mar de las Antillas y se encuentra al Nor-este de la ciudad de Guatemala, abarca parte de los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz, e Izabal y desemboca en el lago de Izabal. La cuenca se localiza entre los paralelos $15^{\circ} 03'$ y $15^{\circ} 32'$ de latitud norte y los meridianos $89^{\circ} 20'$ y $90^{\circ} 19'$ longitud oeste. La forma del cause es dendrítica alargada, con un ancho uniforme y la cuenca tiene una superficie aproximada de 2811 kilómetros cuadrados. En la cuenca se presentan elevaciones que van desde los 3100 msnm en la Sierra de las Minas hasta 10 msnm en su desembocadura en el lago de Izabal (1).

Dos tipos de clima se presentan en la cuenca del Rfo Polochic:

- a) Cálido (temperatura de 23.7° C. o más) y
- b) Semicálido (18.7° C. a 23.9° C.) predominando el clima cálido con carácter muy húmedo.

La superficie total de Guatemala corresponde a la región fitogeográfica subtropical con pequeñas inclusiones que son de la región tropical. Según la clasificación a nivel de reconocimiento de zonas de vida desarrollado por Holdridge y adaptado para Guatemala por J. R. De La Cruz (3), la cuenca del Río Polochic está situada en las siguientes zonas de vida:

- bmh-S(c): Bosque muy húmedo subtropical (cálido).
- bp-MB: Bosque pluvial montano bajo subtropical.
- bmh-S(f): Bosque muy húmedo subtropical (frío).
- bp-S: Bosque pluvial subtropical.

Lo cual nos suministra los criterios ecológicos que deben tenerse en consideración al preparar programas de restauración y manejo de cuencas hidrográficas.

Según el mapa de clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala(6) la cuenca del Río Polochic está situada en las siguientes series de suelos: Tm(suelos Tamahú), Sh (Sebaj), Sv(suelos de los Valles), Cha(Chacalté), Ci(Civijá), Cr(Carchá), Te(Telemán) y Pc(Polochic).

Los principales ríos de la cuenca son: Polochic (150.55 Km. de longitud) y Mantanzas (47.4 Km. de longitud).

Hay 13 cerros y montañas principales, siendo el punto más alto el cerro La Cucaracha en la Sierra de Las Minas a 2948 msnm (4).

La metodología de trabajo se basa en dos fases principales: gabinete y campo.

2.2 Fase de gabinete

2.2.1 Recolección de información existente sobre la cuenca:

- 1) Cartográfica: Se obtuvieron en el INAFOR los mapas cartográficos a escala 1:250,000 y 1:50,000. En ambas escalas se delimitó la cuenca. La delimitación a escala 1:250,000 se utilizó para elaborar una serie de sobrescritos conteniendo la información existente recopilada además de funcionar como mapa turístico en el campo; la delimitación a escala 1:50,000 se utilizó para estudiar las áreas muestra seleccionadas y como auxiliar en los chequeos de campo.
- 2) Ecológico: Se consultó en el INAFOR el mapa de clasificación de Zonas de vida delimitando en un sobrescrito las diferentes zonas de vida en las que se encuentra situada la cuenca.
- 3) Hidroclimática: Se obtuvieron en el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) los datos de precipitación (hasta el año 1983) provenientes de la red de estaciones meteorológicas existente en la cuenca, los cuales se procesaron obteniéndose así un mapa de Isoyetas. El mapa de Isotermas se obtuvo del climatológico de la república de Guatemala, cuyos datos incluyen hasta el año 1983.

- 4) **Suelos:** Se consultó en el INAFOR el mapa de clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala elaborado por Simmons, Tárano y Pinto (6), delimitando las diferentes series de suelos sobre las cuales se encuentra asentada la cuenca.
- 5) **Uso actual, potencial y cobertura vegetal:** Se consultaron en Aerofoto Centroamericana, S.A. los mapas de uso actual, potencial y cobertura vegetal elaborados por el USPA, IGM e INAFOR (5), delimitando los diferentes usos que se le da a la cuenca y los diferentes tipos de cobertura vegetal que posee.
- 6) **Satelar:** Comprendió las imágenes del satélite Landsat de fechas 5 y 15 de febrero de 1979 que cubren la cuenca. Estas imágenes son del tipo Infrarojo color y en ellas se hizo una primera estimación en relación al uso actual de la tierra. Estas imágenes fueron consultadas en el IGM (Instituto Geográfico Militar).
- 7) **Aerofotográfica:** Se utilizó la fotografía infrarojo color del proyecto denominado Bloque Cobán-Polochic del INAFOR, tomada por Aerofoto Centroamericana S.A. Una vez seleccionadas las cuatro áreas muestra, se consultó el fotóndice y se seleccionó la fotografía respectiva en base a número de rollo, número de línea de vuelo y número de fotografía.

2.3 Análisis de la información secundaria

2.3.1 Selección de áreas muestra

Una vez delimitada la cuenca a escala 1:250,000, se elaboraron sobreescritos de toda la información existente que sirvieron de indicadores para que en un análisis de los mismos, se obtuvieran las cuatro áreas muestra seleccionadas como representativas y así poder apreciar el comportamiento de dichos indicadores a lo largo y ancho de la cuenca.

2.3.2 Fotointerpretación y mapeo (compilación)

Se procedió a hacer un análisis estereoscópico del cubrimiento aerofotográfico de cada una de las cuatro áreas muestra seleccionadas. Se aplicaron claves de fotointerpretación que permitieron diferenciar los variados tipos de cobertura vegetal tales como áreas de cultivo anual no asociado, áreas sujetas a inundación, áreas baldías, tierras en descanso, bosque natural y áreas de posible uso agroforestal. En las áreas de posible uso agroforestal se ubicaron y delimitaron las áreas cubiertas con sistemas agroforestales.

2.4 Fase de campo

2.4.1 Recopilación de información primaria

Inicialmente se llevó a cabo un reconocimiento aéreo y terrestre general de la cuenca, con objeto de familiarizarse con el medio y así ser consistente en la interpretación de la demás información.

Se realizaron visitas al campo para llevar a cabo chequeos con objeto de verificar la información obtenida mediante el proceso de fotointerpretación.

Se llevó a cabo una encuesta utilizando el formato de colección de datos sobre sistemas agroforestales, proporcionado por CATIE-ICRAF, que incluye la obtención de datos tanto del medio local como general donde se encuentra el sistema agroforestal y de éste mismo.

Los sitios de chequeo de fotointerpretación y encuesta fueron cuidadosamente seleccionados y ubicados dentro y fuera de las áreas muestra tratando de abarcar la gran variedad de combinaciones entre los diferentes indicadores que fueron tomados en cuenta para la selección de las áreas muestra.

El objeto de ubicar los sitios tanto fuera como dentro de las áreas muestra, es para interrelacionar la evaluación de áreas con y sin cubrimiento agrofotográfico.

3. AVANCES Y RESULTADOS PARCIALES

3.1 Evaluación del uso actual de la tierra

Actualmente se está compilando (mapeando) la información obtenida mediante el proceso de fotointerpretación para cada una de las cuatro áreas muestra. Dicha compilación se está llevando a cabo en ampliaciones escala 1:30,000 a partir de los mapas cartográficos escala 1:50,000. El resultado serán dichas ampliaciones mostrando la distribución de los diferentes sistemas agroforestales delimitados, identificados y planimetrados.

3.2 Tipología de sistemas agroforestales

El siguiente cuadro presenta el resultado de una primera evaluación de la información obtenida mediante la encuesta y el mapeo sobre sistemas agroforestales. Este indica, en resumen, que cuatro son los sistemas agroforestales predominantes en la cuenca, tanto por su importancia económica como por el área que ocupan.



SISTEMA AGROFORESTAL	MANEJO	Nº. DE ESTRATOS	USOS DEL COMPONENTE ARBOREO
<u>Café con sombra.</u> <u>Coffea sp.</u>	Tradicional	Multiestrato	Sombra, leña, madera, postes, grutos, materia orgánica.
	Tecnificado	Bi y triestrato	Sombra, leña y postes
<u>Cardamomo con sombra.</u> <u>Elettaria cardamomun</u>	Tradicional	Multiestrato	Sombra, leña, madera, postes, materia orgánica, frutos.
<u>Pacaya con sombra.</u> <u>Chamaedores sp.</u>	Ninguno	Multiestrato.	Sombra, frutos, leña, materia orgánica.
<u>Cacao con sombra</u> <u>Teobroma cacao</u>	Tradicional	Multiestrato	Huerto familiar

3.3 Necesidades de investigación

Dentro de las investigaciones específicas posteriores de los sistemas agroforestales, se consideran importantes los siguientes temas:

- Ciclo de nutrimentos
- Competencia entre componentes
- Arreglos espaciales entre componentes

BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR HASS, DANIEL. Estudio climatológico de la cuenca del Río Polochic. Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería, USAC. Guatemala. 1979. 218 p.
2. BENE et al Trees, Food and People. International Development Research Centre. Ottawa, Canada, 1977. 52 p.
3. DE LA CRUZ, J.R. Mapa de clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Instituto Nacional Forestal. Guatemala 1982.

4. GUENEA M., W. Estudio integral de los recursos de agua de la cuenca del Rfo Polochic. Facultad de Ingenierfa, Universidad de San Carlos de Guatemala, Tesis Ing. Civil. 1975. 95 p.
5. INAFOR-IGN. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra. Secretaria General del Consejo Nacional de Planificación Económica, Guatemala. 1981.
6. SIMMONS, TARANO Y PINTO. Mapa de Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala. Instituto Agropecuario Nacional. Guatemala. 1959.

**COMPORTAMIENTO INICIAL DE TRES ESPECIES FORESTALES
PARA PRODUCCION DE LEÑA CON Y SIN ASOCIO DE MAIZ
(Zea mays L.) EN LA MAQUINA, SUCHITEPEQUEZ, GUATEMALA)**

Guillermo Detlefsen R.

**Trabajo preparado para el Curso sobre Técnicas Agroforestales
en la Producción de Leña. Amatitlán, Guatemala
24 - 26 de mayo de 1984**

**Para la reproducción de este documento se recibió apoyo financiero de
la Agencia Internacional de Desarrollo del gobierno de Estados Unidos
de América a través de la Oficina Regional para Programas en Centro
América (AID/ROCAP).**

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

COMPORTAMIENTO INICIAL DE TRES ESPECIES FORESTALES
PARA PRODUCCION DE LEÑA CON Y SIN ASOCIO DE MAIZ
(Zea mays L.) EN LA MAQUINA, SUCHITEPEQUEZ, GUATEMALA 1/

Guillermo Detlefsen R. 2/

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la parcela 401 del Sector "B" del Parcelamiento La Máquina, Suchitepéquez, entre junio de 1983 y enero de 1984, comparando dos diferentes sistemas de reforestación: el sistema "Taungya" en el que se combinó la siembra de maíz con las especies forestales Caesalpinia velutina (como testigo), Eucalyptus camaldulensis y Leucaena leucocephala, y el sistema corriente de reforestación en el que se utilizaron las mismas especies forestales.

El diseño estadístico utilizado fue el de bloques completos al azar con 6 tratamientos y 4 replicaciones, ubicando además dentro de cada bloque del ensayo 2 parcelas testigo de maíz, con el objeto de comparar el rendimiento del cultivo asociado y no asociado a las especies forestales.

Las variables medidas fueron: sobrevivencia, altura, diámetro basal y diámetro de copa para las especies forestales; al cultivo se le hicieron las labores culturales acostumbradas en la región, obteniendo rendimientos similares a los reportados para el año anterior por el dueño de la parcela, tanto en las parcelas asociadas como en las no asociadas.

Se determinó que en el sistema "Taungya" hubo una reducción del 22% de los costos respecto al sistema de reforestación sin asocio de maíz.

1/ Artículo basado en el trabajo de tesis

2/ Ingeniero Agrónomo, Jefe Subregional Playa Grande INAFOR.

1. INTRODUCCION

En los países en vías de desarrollo gran parte de las personas que viven tanto en el área urbana como en el área rural, satisfacen sus necesidades de combustible para cocina, calefacción y uso en pequeñas industrias, utilizando leña. Según Martínez (3) para el caso particular de Guatemala, se ha calculado a través de los censos de población, que del total de los hogares guatemaltecos el 80% utiliza leña como combustible; aproximadamente el 61% del total de energía consumida en el país proviene de la leña y se estima que la demanda de leña está creciendo al mismo ritmo de la tasa de población (4). Ello permite suponer que al paso del tiempo se ejercerá mayor presión sobre los bosques y cualquier cubierta arbórea, comprometiendo de esta forma su supervivencia.

Una alternativa en el establecimiento temporal o definitivo de las plantaciones forestales, es la utilización de técnicas agrosilvícolas tales como el sistema "Taungya" en el que es posible recuperar a corto plazo parte de la inversión hecha en la reforestación.

El presente trabajo se realizó en la parcela 401 del Sector "B" del Parcelamiento La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez; se evaluó el crecimiento inicial de tres especies forestales para producción de leña, asociadas y no asociadas y no asociadas con maíz, al momento de su establecimiento comparando el crecimiento de las especies forestales y el rendimiento al maíz.

Las comparaciones de crecimiento hechas fueron de altura, diámetro de copa, diámetro basal y un análisis económico.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 Descripción del área experimental

El área experimental fue de 0.63 hectáreas, localizada a 50 msnm. aproximadamente; las coordenadas geográficas aproximadas del Sector "B" del Parcelamiento La Máquina son: $14^{\circ} 18'$ a $14^{\circ} 22'$ latitud Norte, y $91^{\circ} 33'$ a $91^{\circ} 34'$ longitud Oeste; el sitio experimental estuvo cultivado con maíz de primera y segunda temporada el año inmediatamente anterior, habiéndose obtenido un rendimiento promedio de 1,948 Kg./ha., según lo reportado

por el dueño de la parcela. Antes del cultivo de maíz el área estuvo cubierta por pastos y sometida a pastoreo desde que se taló el bosque natural.

La temperatura promedio registrada en el sector en el año 1982, fue de 29°C, con una mínima promedio de 23°C y una máxima promedio de 35°C; el promedio general de precipitación registrada en este sector para los años de 1980, 1981 y 1982 fue de 1163 mm. (5). Según el mapa de zonas de vida de Guatemala elaborado por De la Cruz (1), el Sector "B" se encuentra comprendido en su mayor parte en la formación bosque húmedo subtropical (cálido)

Según Simmons et al (6), los suelos pertenecen al grupo litoral del Pacífico, sub - grupo "A", Serie Ixtán arcillosos.

2.2 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones y 6 tratamientos. Los tratamientos incluidos fueron:

- T₁A = Caesalpinia velutina (Aripín), asociado con maíz. (Testigo en especies forestales).
- T₁0 = Caesalpinia velutina sin asocio de cultivo agrícola
- T₂A = Eucalyptus camaldulensis (Eucalipto), asociado con maíz.
- T₂0 = Eucalyptus camaldulensis sin asocio del cultivo
- T₃A = Leucaena leucocephala (Yaje), asociado con maíz.
- T₃0 = Leucaena leucocephala sin asocio del cultivo

Además en cada bloque se tuvieron 2 parcelas testigo de maíz, las cuales se representaron con el siguiente símbolo:

0 A = Parcela testigo de maíz.

En las parcelas donde se colocaron especies forestales, se plantaron 49 árboles a un distanciamiento de 2m x 2m, evaluando los 25 árboles centrales.

El modelo aditivo lineal utilizado en este diseño fue:

$$X_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Para determinar diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, se efectuó un análisis de varianza, y para detectar el mejor tratamiento se utilizó la prueba de significancia de Tuckey.

2.3 Manejo del experimento

Las labores de campo realizadas fueron: arado mecánico del suelo; muestreo de suelos por bloques, más una calicata para analizar la fertilidad; trazado del experimento y siembra de especies forestales y del cultivo; labores culturales, dentro de las que se incluyeron, para el cultivo, 2 limpiezas manuales, una aplicación de insecticida, la dobla, cosecha, desgrane de las mazorcas y evaluación del rendimiento; a las especies forestales se les hizo un plateo con azadón alrededor de los árboles, y además se chapearon las parcelas; se tomaron 4 lecturas de sobrevivencia y 3 mediciones de diámetro basal y de copa, utilizando una regla graduada y un calibrador micrométrico.

2.4 Análisis económico

Para el análisis de costos se utilizó el salario mínimo pagado por las instituciones gubernamentales, el cual difiere del que los agricultores del Parcelamiento La Máquina acostumbra a pagar en las distintas jornadas de campo; además de la comparación de costos e ingresos entre los dos sistemas de reforestación y el cultivo limpio de maíz, se recopiló información sobre los costos efectuados y los ingresos reales obtenidos por los agricultores de la región con la tecnología típica del cultivo, para hacer una comparación entre los datos obtenidos en esta investigación y los reales para los agricultores.

En el presente estudio sólo se consideraron los costos de mano de obra, maquinaria empleada, insumos utilizados durante el período experimental y algunos costos fijos, tales como intereses de capital y gastos de administración. No se tomó en cuenta el arrendamiento del terreno, puesto que esta investigación va dirigida a los parcelarios de la región, quienes en su mayoría son propietarios de las parcelas.

3. RESULTADOS

3.1 Sobrevivencia

La sobrevivencia de las especies evaluadas al final del ensayo, osciló entre 97% y 100% en los tratamientos considerados. En el cuadro 1 se presentan los promedios de sobrevivencia por especie.

Cuadro 1. Sobrevivencia de tres especies forestales en La Máquina, enero de 1984.

ESPECIE	Tratamiento	Sobrevivencia %
<u>Eucalyptus camaldulensis</u>	No asociado	100
<u>Eucalyptus camaldulensis</u>	Asociado	99
<u>Leucaena leucocephala</u>	No asociado	98
<u>Caesalpinia velutina</u>	No asociado	97
<u>Caesalpinia velutina</u>	Asociado	97

3.1 Crecimiento

Leucaena leucocephala no asociada con maíz presentó, en la última evaluación, los mayores crecimientos en altura, diámetro basal y diámetro de copa, mientras que Caesalpinia velutina asociada presentó el más bajo promedio de crecimiento. El cuadro 2 presenta los crecimientos al final del período experimental.

Cuadro 2. Valores promedio por tratamiento (en cm.) de las variables medidas en las especies forestales. La Máquina, enero de 1984.

Especie	Tratamiento	Altura	Diámetro basal	Diámetro de copa
<u>Leucaena leucocephala</u>	No asociado	214 **	2.4 *	158 **
<u>Eucalyptus camaldulensis</u>	No asociado	198	2.0	106
<u>Leucaena leucocephala</u>	Asociado	184	1.6	114
<u>Eucalyptus camaldulensis</u>	Asociado	176	1.4	85
<u>Caesalpinia velutina</u>	No asociado	113	1.9	77
<u>Caesalpinia velutina</u>	Asociado	77	1.5	58

* Significancia entre tratamientos al 95%

** Significancia entre tratamientos al 99%

3.3 Incrementos

Los crecimientos expresados como el aumento de biomasa, o de algunas de sus formas de expresión por unidad de tiempo, se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Incremento Medio Anual (IMA) en centímetros de las variables medidas en las especies forestales.

Tratamiento	IMA (altura)	IMA (diámetro basal)	IMA (diámetro basal)
T ₀	148	2.42	70
T ₁ A	74	2.12	58
T ₂ 0	284	2.42	109
T ₂ A	236	2.12	142
T ₃ 0	242	3.73	179
T ₃ A	182	2.42	179

3.4 Producción de maíz

El rendimiento total obtenido en el área experimental fue de 2010 Kg./Ha. El cuadro 4 presenta los rendimientos promedios obtenidos en el área experimental.

Tratamiento	Rendimiento (Kg./Ha)
<u>Caesalpinia velutina</u> asociado	1815
<u>Eucalyptus camaldulensis</u> asociado	1954
<u>Leucaena leucocephala</u> asociado	2023
Parcelas testigos de maíz	2 131

3.5 Costos

En el cuadro 6 se presentan los resultados, en cuanto a costos, de los tratamientos considerados en este ensayo.

Cuadro 6. Comparación de costos entre los tratamientos considerados en Q./ha.*

Tratamiento	Costo	Ingresos por cosecha	Ingresos-Costos
Sistema Taungya	787.42	355.69	- 431.73
Reforestación sin maíz	554.67	- -	- 554.67
Cultivo de maíz:			
En este ensayo	651.97	355.69	- 296.28
Para los parcelarios	254.30	355.69	+ 101.39

* Q.1.00 = U.S. \$ 1.00

4. DISCUSION

4.1 Sobrevivencia

Todos los tratamientos mostraron sobrevivencias satisfactorias al final del ensayo. En el cuadro 1 se puede observar que L. leucocephala y C. velutina obtuvieron los mismos resultados sin importar el asocio o no asocio con el cultivo, mientras que E. camaldulensis mostró una pequeña variación entre los tratamientos.

El análisis de varianza mostró que las diferencias encontradas para esta variable no son estadísticamente significativas, lo que concuerda con lo reportado por King (2), quien realizó un experimento similar en la reserva forestal de Gambari en el oeste de Nigeria, llegando a la conclusión de que al final de un año se notó que no hubo diferencia significativa entre el porcentaje de sobrevivencia de los distintos tratamientos.

4.2 Crecimiento

En base a la última medición de altura efectuada en este estudio, se pudo observar que las especies C. velutina y L. leucocephala sin asocio de maíz tendieron a disminuir su crecimiento en comparación al de estas mismas especies cuando estuvieron asociadas, lo que parece indicar que al eliminar la competencia debida al maíz se estimuló a las especies mencionadas a que incrementaran su crecimiento en cuanto a esta variable. En cambio, E. camaldulensis, tanto asociado como no asociado, mostró un crecimiento muy similar. El comportamiento del crecimiento en altura para los diferentes tratamientos se puede observar en la figura 1.

El crecimiento en diámetro basal para las especies C. velutina y E. camaldulensis no tuvo muchas variaciones, mientras que L. leucocephala no asociada, detuvo su crecimiento en diámetro basal en la época de verano, y la asociada lo mantuvo pero con menor incremento. El crecimiento en diámetro basal puede apreciarse en la figura 2.

El diámetro de copa se consideró debido a que la exposición foliar incrementa la actividad fotosintética de los árboles, con lo cual se espera una mejor respuesta en altura. Al tomar la última lectura en crecimiento de diámetro de copa, la especie que en promedio obtuvo el mejor diámetro fue L. leucocephala, siguiéndole en su orden E. camaldulensis y finalmente C. velutina, aunque esto puede atribuirse a las características propias de las especies.

4.3 Incrementos

El tratamiento que presentó el mejor incremento en altura durante el ensayo fue E. camaldulensis sin asocio de maíz. En general, las especies no asociadas al cultivo presentaron mejor Incremento Medio Anual (IMA) que las asociadas en las distintas variables consideradas en este estudio.

4.4 Producción de maíz

Si se compara el rendimiento total obtenido en este ensayo (2010 Kg/Ha) con el obtenido el año inmediatamente anterior (1948 Kg/Ha), se observa un ligero incremento (3%) que puede atribuirse a la intensidad de mantenimiento brindado durante la etapa experimental.

La producción de maíz en las parcelas no asociadas con árboles (2130 Kg./Ha.) presentó una pequeña diferencia (estadísticamente no significativa) en relación a la producción de maíz en las parcelas en donde sí hubo asocio (1930 Kg./Ha.).

4.5 Costos

Las comparaciones de costos entre el sistema "Taungya", el sistema de reforestación sin cultivo asociado y el del costo propio del cultivo, permitió determinar que en el sistema "Taungya" se registró una reducción del 22% en los costos respecto a la inversión efectuada en el sistema de reforestación sin asocio de maíz. Al considerar la inversión que realmente hacen los agricultores en este cultivo, se puede asumir que si éstos adoptaran el sistema "Taungya" para reforestar, obtendrían resultados económicos más positivos de los que se obtuvieron en este trabajo de investigación, donde los jornales fueron remunerados a un precio relativamente más alto del que se acostumbra en la región.

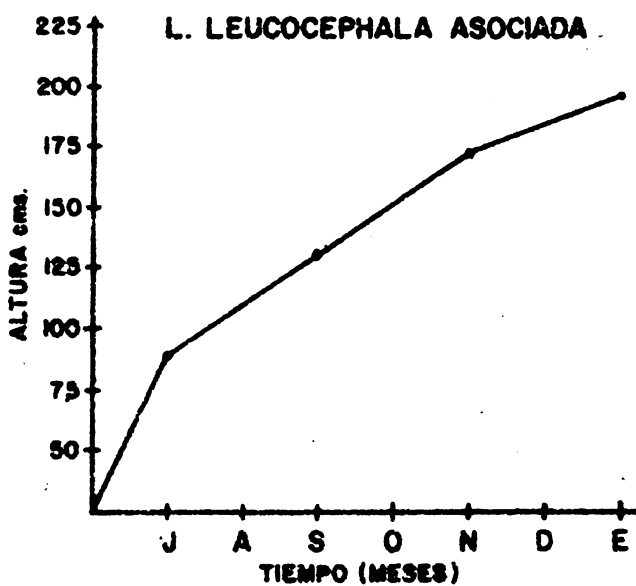
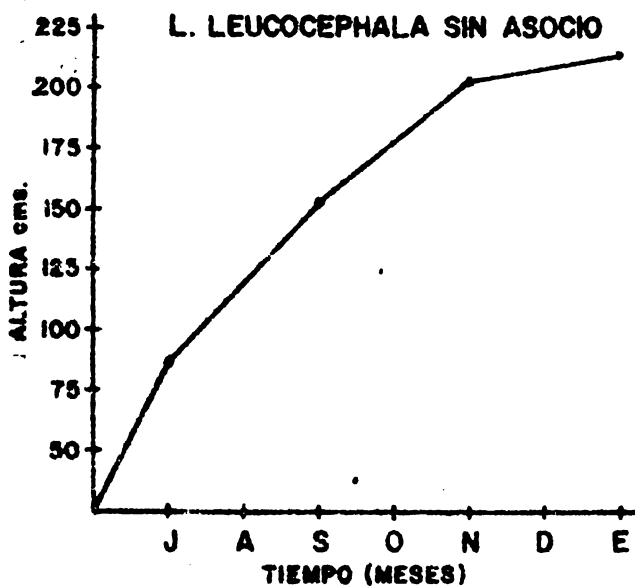
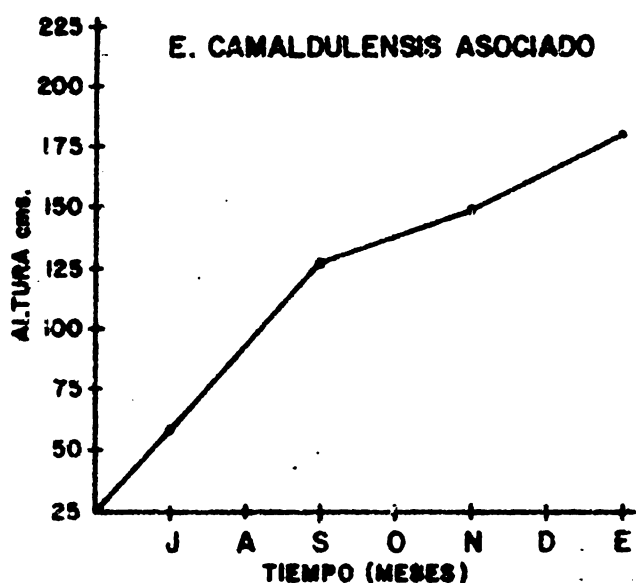
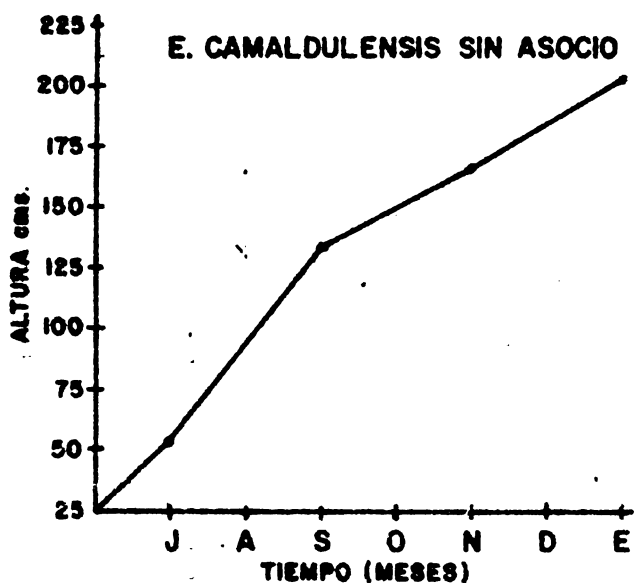
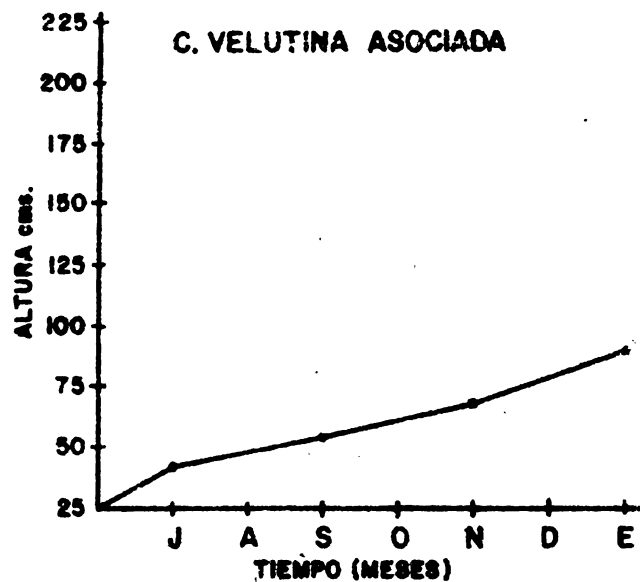
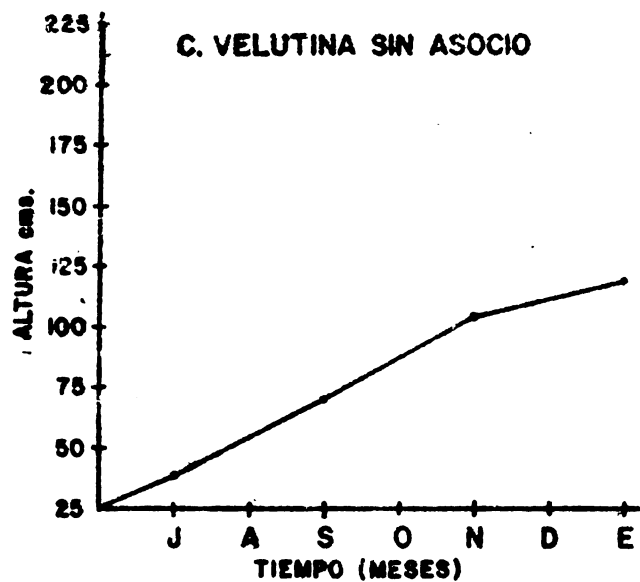


Fig.1 Crecimiento en altura (cms.) de los 6 tratamientos.

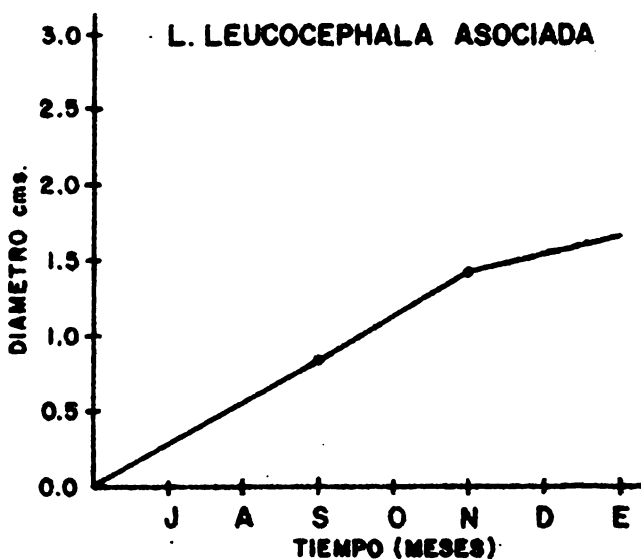
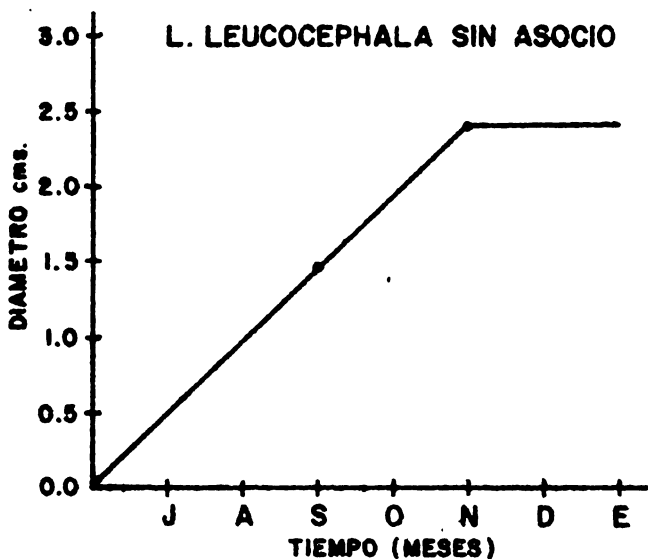
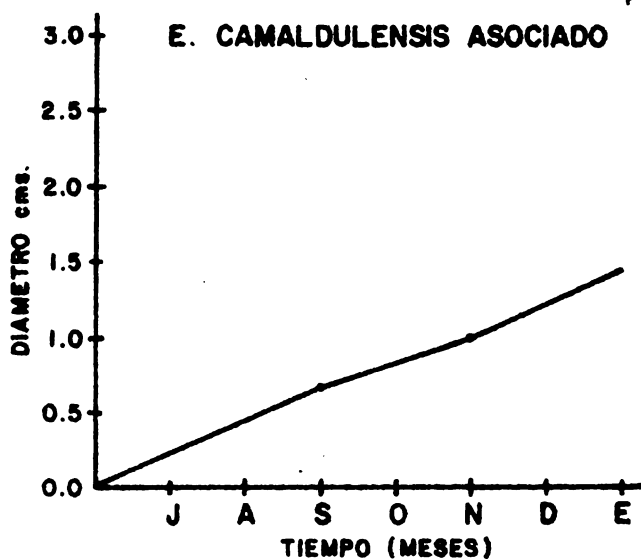
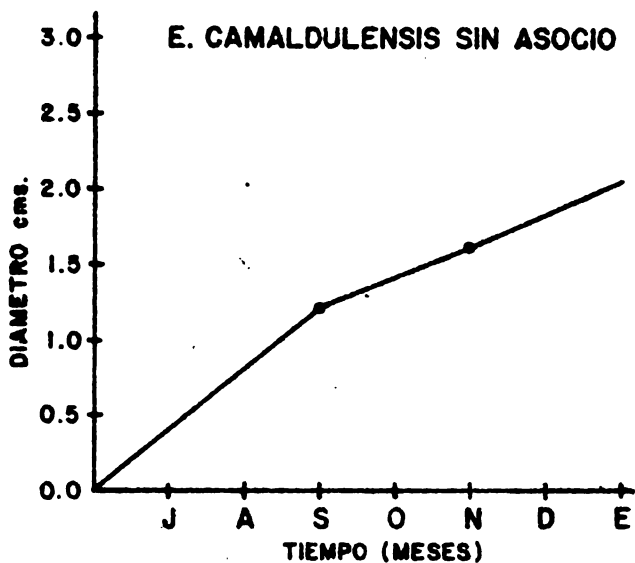
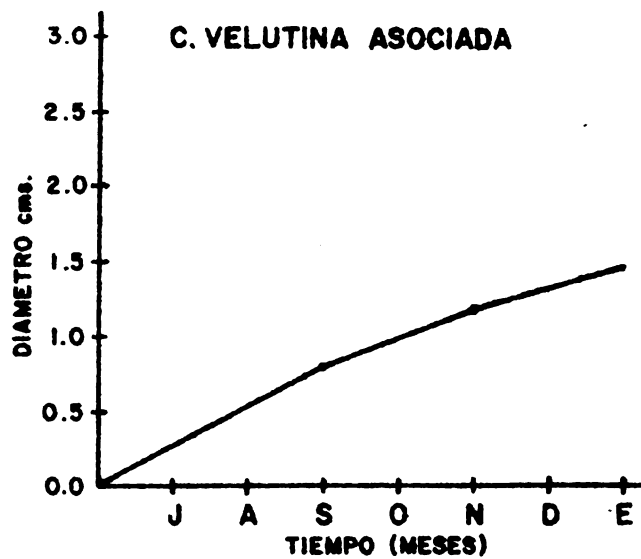
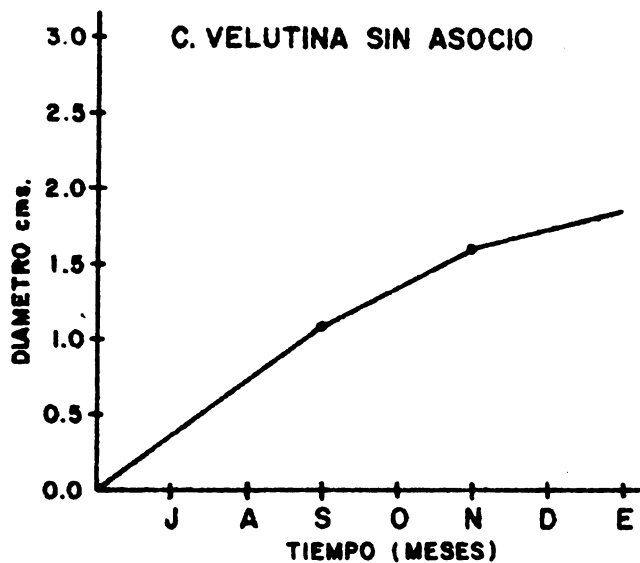


Fig. 2 Crecimiento en diametro basal (cms.) de los 6 tratamientos.

5. CONCLUSIONES

- 5.1 A pesar de que E. camaldulensis sin asocio de maíz presentó el mayor índice de sobrevivencia, estadísticamente no hubo diferencia significativa entre tratamientos, lo cual indica que las tres especies se adaptan en igual forma a la zona en que se efectuó el estudio, bien sea asociadas o no asociadas con maíz.
- 5.2 Tanto los tratamientos de E. camaldulensis como los de L. leucocephala asociados y no asociados con maíz, presentaron mejor crecimiento en altura que los tratamientos de C. velutina durante el presente trabajo; sin embargo, esto puede atribuirse al comportamiento inicial de las especies (C. velutina crece más lentamente en las primeras etapas que las otras dos especies).
- 5.3 El tratamiento que presentó el mejor crecimiento en diámetro basal fue L. leucocephala sin asocio de maíz.
- 5.4 L. leucocephala asociada y no asociada con maíz, fue la que mostró el mejor crecimiento en diámetro de copa, debido a las características de esta especie.
- 5.5 El crecimiento de las especies forestales no asociadas con maíz, no superó en gran escala al de las especies forestales asociadas a este cultivo, a pesar de que se les hizo un estricto control de malezas.
- 5.6 El rendimiento de la cosecha del maíz asociado a los árboles, disminuyó en un 10% comparado con el rendimiento promedio obtenido en las parcelas en donde hubo sólo maíz, pero esta diferencia no fue estadísticamente significativa.
- 5.7 En el sistema "Taungya" se registró una reducción del 22% en los costos respecto a la inversión efectuada en el sistema de reforestación sin asocio de maíz.
- 5.8 Al comparar el costo de la tecnología típica del maíz que emplean los agricultores de la región, con los ingresos obtenidos por la cosecha de este cultivo durante el presente ensayo, se llegó a la conclusión de que se habría obtenido una ganancia de Q.101.39/Ha., lo que permite asumir que los agricultores del Parcelamiento La Máquina que adopten el sistema "Taungya" de reforestación, podrían obtener beneficios económicos en la etapa de establecimiento de la plantación forestal.

BIBLIOGRAFIA

1. DE LA CRUZ, J.R. . Clasificación de zonas de vida de Guatemala; basado en el sistema Holdridge. Guatemala, INAFOR, 1976. 24 p.
2. KING, K.F.S. Agro-silviculture (The Taungya System). Nigeria, University of Ibadan, Department of Forestry. Bulletin No. 1. 1968. 109 p.
3. MARTINEZ H., H.A. Encuesta a hogares, pequeña industria y distribuidores de leña en Guatemala. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica, Informe Técnico No. 27. 1982. 64 p.
4. _____. El cultivo de árboles para producción de energía. Guatemala, CATIE-INAFOR, 1983. 12 p.
5. REYES, M. et al . Registros económicos de producción. La Máquina: Maíz, Arroz y Ajonjolí. Guatemala, SER/IOTA, 1982.
6. SIMMONS, C., TARANO, J.M. y PINTO, H.J. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.

NOTAS SOBRE INFORMACION AGROFORESTAL

Héctor A. Martínez H.

**Trabajo preparado para el Curso sobre Técnicas Agroforestales en
la Producción de Leña realizado en Amatitlán, Guatemala,
1-3 Marzo 1983**

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

**Proyecto Leña Acuerdo INAFOR-CATIE/ROCAP
Guatemala, 1983**

NOTAS SOBRE INFORMACION AGROFORESTAL

H. A. Martínez H. 1)

La información es un elemento básico en la planificación, desarrollo y control de experimentos o para la extrapolación de resultados obtenidos en otros lugares con condiciones ecológicas similares a las de la región donde realizamos nuestra labor; también nos pone al corriente sobre las tendencias, desarrollo y acciones de investigación dentro del campo de nuestro interés.

Los procedimientos para encontrar información técnica agrícola en general, y agroforestal en particular, son variados. Depende mucho de la experiencia del usuario, del tiempo disponible para encontrar la información, de la existencia de medios adecuados para informarse () y del interés que se ponga en la obtención de esta información.

Una manera fácil y directa de obtener información es preguntar a colegas con experiencia y acostumbrados a manejar literatura sobre el tópico en cuestión ().

Otra manera es la consulta de revistas de compendios ("ABSTRACTS") y los índices, y luego leer los documentos correspondientes. Para obtener los documentos será necesario, en muchos casos, solicitar fotocopias por correo a bibliotecas especializadas o centros de documentación que suministran fotocopias de documentos técnicos por correo, cobrando precios razonables por el servicio.

Una manera más de obtener conocimientos sobre información técnica disponible es la consulta de Bibliografías especializadas en el tema de nuestro interés, o la comunicación directa con centros que hacen investigación en el tema que nos interesa.

1) Silvicultor, Técnico Residente CATIE. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía. Acuerdo INAFOR-CATIE.

A continuación se describen algunas fuentes de información que pueden estar relacionadas con agroforestería:

1. **Indice Agrícola de América Latina y el Caribe**

Es un servicio del IICA-CIDIA, no especializado en un tema en particular, pero que presenta la información generada en el área.

Publica cuatro números al año con referencias de 14000 a 18000 documentos por año. Tiene índices de palabras claves y de autores. Para suscripciones y mayor información dirigirse a:

IICA
Dirección de Información Pública
Apartado 10281
San José, Costa Rica

2. **Forestry Abstracts**

Servicio del Commonwealth Agricultural Bureaux, publica 12 números al año. Para suscripciones dirigirse a:

Central Sales CAB
Farnham House
Farnham Royal
SLOUGH SL 2 3 BN
U.K. (England)

3. **Biological Abstracts**

Publica 24 números al año, con compendios de 150000 documentos por año, con índices de temas, conceptos, autores y biosistemática. Para suscripciones dirigirse a:

Biological Abstracts
2100 Arch Street
Philadelphia, Pennsylvania 19103
U.S.A.

4. Boletín Bibliográfico

Publicado por el IFLAIC (Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación) con sede en Mérida, Venezuela.

Publica cuatro números al año e incluye 400 - 500 resúmenes, la suscripción es gratuita; la dirección postal es:

IFLA
Apartado 36
Mérida, Venezuela

5. Bibliografías especializadas.

No son un servicio permanente y presentan un listado de referencias dentro de un período determinado.

Dentro de éstas tenemos:

- a) Bibliografía Forestal de América Tropical
(VILLEGAS, C. y COTO L. comps. 1979. Bibliografía forestal de América Tropical. Turrialba, Costa Rica, IICA-CIDIA/CATIE (IICA. Documentación e Información Agrícola No. 69) 277 p.
- b) Bibliografía sobre Agroforestería Tropical.
(COMBE, J., JIMENEZ - SAA, H. y MONGE, C. comps. 1981. Bibliografía sobre agroforestería tropical. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Serie Bibliotecología y Documentación, Bibliografía No. 6. 67 p. 680 ref.

c) Bibliografías preparadas por instituciones internacionales.

A pedido de los usuarios y a su cargo, algunas instituciones preparan bibliografías sobre temas específicos. Ejemplo de ello pueden ser:

IICA - CIDIA
Biblioteca
CATIE, Turrialba
Costa Rica

FAO
Departamento de Montes
Via Delle Terme di Caracalla
00100 Roma, Italia

6. Organismos Especializados en Investigación

Dirigiéndose a ciertos departamentos o unidades de estas instituciones se puede obtener información agroforestal. Por ejemplo:

a) Ing. Humberto Jiménez-Saa
INFORAT *
CATIE, Turrialba
Costa Rica

b) LIBRARY
INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH IN AGROFORESTRY
P.O. BOX 30677
NAIROBI, KENYA

7. Bibliotecas

Por ejemplo en Guatemala la Biblioteca de la facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos: Centro de Información y Documentación Agrícola CEDIA.

* INFORAT: Información y documentación forestal para América Tropical.

**POSIBILIDADES DE PRODUCCION DE LEÑA
EN CERCOS VIVOS**

Héctor A. Martínez H.

**Trabajo preparado para el Curso sobre Técnicas Agroforestales
en la Producción de Leña. Amatitlán, Guatemala
24 - 26 de mayo de 1984**

**Para la reproducción de este documento se recibió apoyo financiero de la
Agencia Internacional de Desarrollo del gobierno de los Estados Unidos
de América a través de la Oficina Regional para Programas en Centro
América (AID/ROCAP).**

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

POSIBILIDADES DE PRODUCCION DE LEÑA EN CERCOS VIVOS

Héctor A. Martínez H. 1/

1. INTRODUCCION

Entre los problemas que afrontan los sectores de menores recursos en el sector rural está la "crisis energética" caracterizada por una demanda energética en aumento, degradación progresiva de los recursos naturales, vulnerabilidad creciente en la producción de alimentos y contaminación del ambiente.

La producción agrícola está dedicada, casi exclusivamente y con déficit creciente, a la producción de alimentos.

Este déficit es debido entre muchos factores a la disminución de la productividad del suelo, meteorización del recurso tierra por división de la propiedad con el advenimiento de nuevos hijos, la erosión por cultivos en pendiente sin ninguna práctica de conservación de suelos, pérdida de fertilidad por prácticas inadecuadas de uso de la tierra, así como factores climáticos. Sumado a esto está la adquisición de combustibles de origen vegetal (leña o en algunos casos desechos agrícolas), que disminuye la cubierta forestal o roba nutrientes al suelo, con las consecuencias conocidas sobre los recursos hídricos, el suelo, el ambiente y la economía nacional en general.

El tamaño de las fincas, en algunos lugares, es un factor que afecta grandemente la posibilidad de producción de árboles dentro de las pequeñas fincas; también el uso dado a la tierra es en algunos casos limitante para el cultivo de árboles; sin embargo la necesidad de combustibles, la pérdida de fertilidad y las pérdidas de suelo hacen necesario el uso de prácticas que tiendan a controlar o minimizar estos problemas.

Dentro de este contexto podemos enmarcar el uso de cercos vivos como una posibilidad que debe ponerse en práctica en aquellos lugares donde es factible su utilización.

Los cercos vivos han sido clasificados como una práctica dentro de las técnicas agroforestales y han sido usadas tradicionalmente en la zona tropical.

1/ Silvicultor, Residente del CATIE. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía INAFOR-CATIE.

Aunque la motivación principal para su uso es la delimitación y protección de áreas, los árboles utilizados producen otros beneficios, algunos de ellos intangibles, que la hacen una práctica atractiva y susceptible de incrementar su uso; por otro lado existe una gran cantidad de conocimientos empíricos en cuanto a las especies, técnicas de preparación y plantación de los postes, prácticas de manejo y técnicas para sujetar el alambre.

2. EL USO DE CERCOS VIVOS EN GUATEMALA

Exceptuando ciertas áreas del altiplano donde por tradición no se hace uso de cercos entre las parcelas, en el resto del territorio se utiliza alguna forma de cercos vivos.

El uso de especies de rápido crecimiento ha sido tradicional, sobresaliendo el uso de piñón (Jatropha curcas) en las zonas bajas (hasta 1200 m. aproximadamente); en el oriente del país se utiliza el Madrecacao (Gliricida sepium), el aripín (Caesalpinia velutina), el upay (Cordia dentata) y otras; en las zonas bajas, ganaderas, además del piñón y el madrecacao también se utiliza el caulote (Guazuma ulmifolia) y el carango (Moringa oleifera) y se han encontrado cercos con matilsguate (Tabebuia pentaphylla), laurel (Cordia sp.), palo jiote (Bursera simarouba) y aun teca (Tectona grandis), melina (Gmelina arborea), jocote (Spondias sp.), amate (Ficus sp) y Pito (Erythrina sp).

En las partes altas del país se pueden encontrar ejemplos de uso de Casuarina equisetifolia (Casuarina), Grevillea robusta (gravilea), Schinus molle (falso pimienta) y especies de los géneros Eucalyptus, Cupressus sp. Quercus sp.

También se encuentran ejemplos de uso de Yucca elephantipes (izote) y Dracaena sp., más como setos, cumpliendo función de cercos, sin uso de alambre.

3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS CERCOS VIVOS.

Aunque existe poca literatura al respecto Budowski (3) ha hecho una recopilación de las ventajas y desventajas de los cercos vivos frente a las cercas muertas.

Entre las ventajas señaladas por este autor están:

A. Económicos

1. El costo de la cerca es relativamente bajo en relación con postes muertos, tratados o no, dado que el material se puede coleccionar de otros cercos vivos.
2. La durabilidad es usualmente larga, pudiendo renovarse o ampliar la densidad en forma económica y fácil.
3. Es muy popular entre agricultores de pocos recursos económicos, así como en lugares donde la presencia de una napa freática alta haría el uso de postes de concreto de elevado costo.
4. Los beneficios económicos ligados a su uso son variados, desde protección del suelo y los cultivos contra vientos, así como productos directos tales como alimento (frutos y forraje) productos medicinales, leña, postes corrientes y más postes vivos para cercas.

B. Suelos

1. La estructura del suelo puede verse beneficiada, especialmente cuando se podan las ramas y mueren las raíces (aireación del suelo); igualmente hay efectos benéficos por la materia orgánica adicionada.
2. Según la especie utilizada puede haber fijación de nitrógeno por acción de micorrizas o rhizobium.
3. Se pueden utilizar como barreras vivas para control de erosión así como para protección de los cultivos y/o animales contra la acción del viento; es necesaria, sin embargo, una selección cuidadosa de la especie y la densidad.
4. Aunque hay competencia por agua, luz y nutrimentos con los cultivos vecinos, la producción de materia orgánica puede compensar ésta.

Además de lo anterior, los árboles pueden servir de refugio y proporcionar alimento a la fauna benéfica para los cultivos (insectos y pájaros) y mejorar la presentación del paisaje.

El mismo autor señala entre las características de los postes vivos algunas que podrían tomarse como desventajas.

1. Es necesario tener cuidados especiales en la preparación, transporte y almacenamiento, así como en la técnica de siembra, siendo necesaria la elección de suelos adecuados, según la especie.

2. Es necesario, con algunas especies, el uso de técnicas especiales en la colocación del alambre, así como el uso de ciertos diámetros mínimos y esperar a que estén bien arraigados para su colocación.
3. Requieren protección contra animales en las fases de establecimiento. También es necesario replantar cuando se presentan pérdidas.
4. Pueden presentarse efectos alelopáticos cuando no se eligen bien las especies o servir de refugio a fauna nociva.
5. En casos especiales la disminución del movimiento del aire puede favorecer la aparición de enfermedades fungosas.
6. El uso de aviones de fumigación puede dificultarse.
7. Se hace necesario el uso de mano de obra extra para el manejo (poda); sin embargo esto puede compensarse por la leña producida, así como los beneficios al suelo.

4. CARACTERÍSTICAS DESEABLES.

Las especies utilizadas como cercos vivos, donde se incluya la producción de leña como uno de los beneficios directos, deberían reunir ciertas características deseables:

1. Rápido crecimiento, cuando se plantan árboles producidos en vivero.
2. Capacidad de ser establecidos por estacas grandes, con rápido crecimiento apical.
3. Sistema radical fuerte (resistente a vientos) y profundo con poca competencia por agua, nutrientes y espacio con los cultivos y con capacidad de rescatar nutrimentos de capas profundas o no permitir su lixiviación.
4. Alta producción de biomasa y leña, de madera dura (no quebradiza) y libre de espinas para facilitar el manejo.
5. Compatibilidad con el cultivo y no servir de hospedero a insectos y patógenos perjudiciales al cultivo.

5. ALGUNAS ESPECIES UTILIZABLES.

A continuación se presenta una lista de las especies que podrían ser utilizadas para cercos vivos, siendo posible la producción de leña como uno de sus productos directos.

Zonas bajas 0-600 msnm	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Plumajillo
	<i>Caesalpinia velutina</i>	Aripñ
	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina
	<i>Cassia siamea</i>	Casia
	<i>Cordia alliodora</i>	Laurel
	<i>Cordia dentata</i>	Upay
	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto
	<i>Glinicidia sepium</i>	Madrecacao
	<i>Gmelina arborea</i>	Melina
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote
	<i>Leucaena diversifolia</i>	Yaje
	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena
	<i>Lysiloma kellermanii</i>	Quebracho
	<i>Melia azedarach</i>	Parafso
	<i>Senna atomaria</i> (Syn: <i>Cassia emarginata</i>)	Vainillo
	<i>Simarouba amara</i>	Aceltuno
	<i>Tabebuia pentaphylla</i>	Matilisguate
	<i>Tecoma stans</i>	Timboque
	<i>Tectona grandis</i>	Teca
Zonas medias 600-1500 msnm	<i>Casuarina cunninghamiana</i>	Casuarina
	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina
	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto
	<i>Eucalyptus citriodora</i>	Eucalipto
	<i>Eucalyptus saligna</i>	Eucalipto
	<i>Eugenia jambos</i>	Eugenia
	<i>Glinicidia sepium</i>	Madrecacao
	<i>Grevillea robusta</i>	Gravilea
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	
<i>Schinus molle</i>	Falso pimienta	

Zonas altas
1500 y más

Alnus acuminata
Casuarina cunninghamiana
Casuarina equisetifolia
Casuarina montana
Eucalyptus citriodora
Eucalyptus globulus var: *maidenii*
Eucalyptus globulus var: *globulus*
Eucalyptus saligna
Grevillea robusta
Schinus molle

Aliso
Casuarina
Casuarina
Casuarina
Eucalipto
Eucalipto
Eucalipto
Eucalipto
Gravilea
Falso pimienta

Especies posibles a ser utilizadas en cercos vivos.

ESPECIE	FAMILIA	CLIMA						SUELOS				VIVERO				
		Alt. merm	pma mm	Est. seca (meses)	TEMPERATURA		Dre- naje	Raso- ción	USOS	Fuentes Semilla	Almaco- namiento tamien- to	Forma Produc- ción	Tiempo Germ. (dias)			
					Max. °C	Min. °C										
<i>Alnus acuminata</i>	Betulaceae	1200-2200	1000-3000 6 más	2-3	27	12-20	4	Arenosos a Arcillosos	Bien drenados			Leña, Agroforestarifa, madera, rom- peventos, mejora suelos	Guate- mala	No	Bolsa Pseudo- estaca Ratz desnuda	5-8
<i>Casuarina cunninghamiana</i>	Casuarina- ceae	Hasta 2200	500-1500		27		18	Franco a arenosos	Buono			Leña, for- rraje, or- namental, control erosión	Austre- lla Algunos sitios Guate- mala	No	Bolsa	
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina- ceae	Hasta 1600	700-2000 Hasta 5000	3-4 Hasta 8	20-35	20	10-20	Arenosos pero no arcillos	Buono	Tolera suelos: -salinos -calca- reos		Leña, ma- dera, con- trol ero- sión, rom- peventos, barino.	Guate- mala	No	Bolsa Ratz desnuda (incluir)	40
<i>Eucalyptus citriodora</i>	Myrtaceae	100-1300 Hasta 2000	600-1250	5-7	28-34	18-24	8-12	Arenosos a arcillo- sos	Buono	Neutros a ácidos		Leña, ma- dera, per- fume, miel, ornamental	Guate- mala BLSF	No	Bolsa	4-19
<i>Eucalyptus globulus</i> var. <i>globulus</i>	Myrtaceae	500-3000	500-1500	2-3	20-30	18-18	4-12	Arenosos franco arcillosos	Bien drenados	Neutros a ácidos		Leña, car- bón, pos- tas, control erosión, pulpa, otros	Austre- lla BLSF Guate- mala(?)	No	Bolsa siem- bra di- recta a bolsa Ratz desnuda	12-14
<i>Eucalyptus globulus</i> var. <i>maidenii</i>	Myrtaceae	600-2100	700-2000	2-3	22-30	18-19	2-12	Arenosos Franco arenosos Arcillosos	Buono	Neutros o ácidos		Leña, car- bón, pos- tas, pulpa	Austre- lla	No	Bolsa	7-6
<i>Eucalyptus saligna</i>	Myrtaceae	300-2100	1000-4000	0-2	28-35	15-21	2-12	Arenosos Franco arenosos	Bien drenados	Neutros o ácidos		Leña, ma- dera, dur- mientes, enchapado.	Austre- lla Brasil	No	Bolsa	10-20

<i>Grevillea robusta</i>	Proteaceae	500-2500	700-1500 Hasta 2500	6-8	20-26	18-21	10-14	Arenosos Franco arenosos	Buono	Neutros o ácidos	Laña, maderas, chapado, parket; sombra	Guatemala	En seco y frío	No	Bolsa Raza destruida	20-28
<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae	1500-3500	500-7500	4-6	20-28	12-18	5-15	Arenosos	Buono	Alcalinos o neutros	Laña, carbón, postas	Guatemala	Ambiente	No	Bolsa	
<i>Acacia pennatula</i>	Leguminosae (Mimosoidae)	400-1400	800-1500	Hasta 6	19-27	19-27		Franco Arenoso	Bien drenados	Neutros a alcalinos	Laña, carbón, postas cercos vivos, forraje	Guatemala	Seco y fresco	Agua caliente y remojarse 24 hrs.	Bolsa	4-20
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Myrtaceae	0-1400	400-1250	4-7	22-30	19-20	4-14	Arenosos hasta arcillosos	Tolera inundaciones cortas	Alcalinos neutros hasta ácidos	Laña, carbón, postas cerco vivo, construcción, Tauri-gya	Australia	Seco y frío	No	Bolsa	5-14
<i>Glinicida septum</i>	Leguminosae (Papilionoideae)	0-1500	800-2500	Hasta 7 meses	22-30	22-30		Rango amplio no muy arcillosos	Buono en general	Neutros a alcalinos	Laña, carbón, vivos, comestible, miel, sombrea, Tauri-gya, forraje.	Guatemala	Seco y lugares frescos	Agua 24 hrs.	Directa, bolsa estacas seudo estacas	3-10
<i>Guzmania ulmifolia</i>	Sterculiaceae	0-1200	700-1500	4-7	24-28	24-28		Franco arenoso a franco arcilloso	Modera-Modo drenado a bien drenado	Modera-Modo ácido a neutro	Forrage, laña, posta vivo, comestible, miel	Guatemala	Seco y lugares frescos	Lavar para quitar mucilago	bolsa estacas	6-11
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Simarubaceae	0-1400	400-1200	5-7	24-28	24-28		Arenosa hasta franco arcillosa	Bien drenados.	Ligera-Modo ácido a neutros	Laña, postas vivos Taungya	Guatemala	Seco y frío	No	Bolsa	20 ó más
<i>Caesalpinia velutina</i>	Leguminosae (Caesalpinioideae)	0-950	400-1500	3-7	20-29	20-29		Arenoso a franco arcilloso	Bien drenados	Neutros a alcalinos	Laña, postas, cerco vivo, construcción, Taungya	Guatemala	Seco y fresco	Agua 24 horas	Directa bolsas	3-12

Cassia siamea	Leguminosae (Caesalpiniaceae)	0-1050	500-1500	4-6	23-95	24-26	20-24	Arenoso a franco arenoso	Bien drenados	Neutros a ácidos	Lefas, pos- tes, cerco vivo, orna- mental, miel, setos	Guate- mala	Seco y fresco	Agua caliente y remojado por 24 hrs.	Directo bolsa	6-12
Cordia alliodora	Boraginaceae	0-900	400-1000	6-7	24-28	24-28		Variada	Modo a bien drenados	Neutro a ligeramente ácido	Forrage, leña, cerco vivo, frutos control erosi6n	Guate- mala	Seco y fresco	Agua caliente y remojado por 24 horas	Bolsa estaca	11
Gmelina arborea	Verbenaceae	0-1000	750-4500	6-7	24-95	21-26	16-24	Arenoso, franco arenoso o arcillosos	Buena y hídrico	Desde ácidos hasta calca- reos	Maderas, pulpa, leña, carb6n, miel, pos- tes vivos	BLSF Guate- mala	Seco y frío	Agua 24 hrs.	Bolsa pseudo-estaca, toc6n	14-28
Leucaena diversifolia	Leguminosae (Mimosoidaeae)	500-1500	400-1700	Hasta 7 o m6s	24-32	24-28		Arenosos hasta arcillosos	Modo a bien drenados	Neutro a alcalino	Leña, cerco vivo, forraje, postes, comestible, Taungya	Guate- mala	Seco y fresco	Agua caliente y remojado por 24 hrs.	Directa bolsa	3-20
Leucaena leucocephala	Leguminosae (mimosoidaeae)	100-600	800-1700	2-6	24-32	20-26	16-24	Arenosos, franco arenosos o arcillosos	Modo a raramente bueno	Neutro a alcalino	Leña, forraje, cer- cos, postes, comestible, Taungya, miel	Hawaii BLSF Guate- mala	Seco y fresco	Agua caliente y remojado por 24 hrs.	Directa bolsa pseudo-estaca	4-15
Lysiloma kellerianii	Leguminosae (mimosoidaeae)	300-1700	600-1200		20-28				Bien drenados	Neutro a alcalino	Lefas, pos- tes, carb6n	Guate- mala	Seco y fresco	Agua caliente y remojado por 24 hrs.	Solsa	3-15
Melia azadirach	Meliaceae	0-2000	500-1000	3-6	18-27	18-27		Arenoso a arcilloso	Bien drenados	Neutro a tolerante a salinos	Lefas, cer- cos vivos, construcci6n, orna- mental	Guate- mala	Seco y fresco	Agua caliente y remojado por 72 hrs.	Directo bolsa	21-34
Senra atomaria Syn: Cassia emarginata	Leguminosae (Caesalpiniaceae)	100-1400	800-1200	5-7	24-26	24-26			Bien drenados	Neutro a alcalino	Lefas, cerco vivos, postes, forraje	Guate- mala	Seco y fresco	1 minuto agua hirviendo y 72 hrs. remojo	Bolsa	4-24

Simarouba amara	Simarouba- casea	0 800	400 1200	5-7	24 28		Bueno	Acidos a alcali- linos (Calizos)	Leña, car- bón, postas, frutos, miel, laccitas.	Guate- mala	Seco y fresco	No	Bolsa directo (posible)	20-28
Tabebuia pentaphylla	Bigoniaceae	100 1200	900 2500	0-4	22 27	23 30	Bien drena- dos, to- lera inunda- ciones	Acidos a alcali- linos	Madera, le- ña, postas, carbón, miel, orna- mental	Guate- mala	Saco y frío	No	Bolsa	9-20
Tecoma stans	Bigoniaceae	0 1500	600 1200	5-7	24 28		Rango amplio	Neutros alcalinos	Leña, cerco vivo, orna- mental, miel	Guate- mala	En frío	No	Bolsa	5-11
Tecoma grandis	Verbenaceae	0 900	1200 2500	3-5	18 24	22 28	Bueno	Neutros o ácidos	Madera, le- ña, postas, carbón,	Guate- mala	Saco	Estrati- ficación con agua y sol. Agua ca- liente.	Seub- estaca	15-30

BIBLIOGRAFIA

1. BAUER, J. Comp., 1982. Especies con potencial para la reforestación en Honduras. Tegucigalpa, Honduras, COHDEFOR. 42 p.
2. BEER, J., 1983. Arboles de sombra en cultivos perennes. In Curso corto Agroforestal, CATIE, Turrialba, Costa Rica, 11 a 21 enero de 1983. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 8 p. + anexos.
3. BUDOWSKI, G., 1981. Cuantificación de las prácticas agroforestales tradicionales y de las parcelas de investigación controlada en Costa Rica. In Reunión consultiva sobre investigación en plantas y agroforestería. Nairobi, Kenia, abril de 1981. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 26 p.
4. _____, 1981. Aplicabilidad de los sistemas agroforestales. In Taller Internacional sobre Agroforestería en los Trópicos húmedos Africanos. Ibadan, Nigeria, abril de 1981. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 8 p.
5. LITTLE, E.L., 1983. Common fuelwood crops; a handbook for their identification. Morgantown, Communi-Tech. 354 p.
6. MARTINEZ H., H.A., 1984. Algunas especies para reforestación energética en zonas altas. In Curso sobre técnicas de vivero en la producción de especies para leña, Amatitlán, Guatemala, febrero 9-10 de 1984. Guatemala, CATIE-INAFOR. 5 p.
7. _____, 1982. Importancia del componente arboreo en algunas fincas de Guatemala. Guatemala, CATIE-INAFOR. 61 p.
8. _____, 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.
9. _____, y ZANOTTI, R. 1983. Informe anual Proyecto Leña Guatemalana, 1983. Guatemala, INAFOR-CATIE. 55 p. + anexos.
10. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1980. Firewood crops; shrub and tree species for energy production. Washington, D.C., National Academy of Sciences. 237 p.

11. WEBB, D.B., 1980. Guía y clave para seleccionar especies en ensayos forestales de regiones tropicales y subtropicales. Londres, Overseas Development Administration. 275 p.
12. WOTOWIEC, P., y MARTINEZ H., H.A., 1984. Estudios silviculturales con especies para producción de leña en la zona semiárida de Guatemala; informe preliminar. Guatemala, INAFOR-CATIE-Cuerpo de Paz. 44 p. + anexos.

LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

Héctor A. Martínez H.

Trabajo preparado para el Curso sobre Técnicas Agroforestales en
la Producción de Leña realizado en Amatitlán, Guatemala,
1-3 Marzo 1983

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
INSTITUTO NACIONAL FORESTAL
Proyecto Leña Acuerdo INAFOR-CATIE/ROCAP
Guatemala, 1983

SISTEMAS AGROFORESTALES

Héctor A. Martínez H. 1)

1. INTRODUCCION

En el mundo en desarrollo, al lado de los problemas generados por el alza en los precios de los derivados del petróleo, se ha producido una crisis en el suministro de alimentos y combustibles de origen vegetal. A esta crisis se ha denominado crisis energética rural (1) caracterizada por una demanda energética en aumento, degradación progresiva de los recursos naturales, vulnerabilidad creciente en la producción de alimentos y contaminación ambiental.

En el sector rural de escasos recursos la producción agrícola se ha dedicado, con déficit creciente, a la producción de alimentos.

Este déficit es debido a la disminución de la productividad del suelo; la meteorización del recurso tierra al partir las propiedades para los nuevos hijos; la erosión, por la práctica de hacer cultivos en pendientes sin ninguna medida de conservación de suelos; la pérdida de fertilidad en los lugares de alta precipitación y prácticas inadecuadas de uso de la tierra; sumado a estos problemas está la adquisición de combustible de origen vegetal, que disminuye la cubierta forestal con las consecuencias conocidas sobre los recursos hídricos, el suelo, el ambiente y la economía nacional.

El tamaño de la propiedad es un factor que afecta grandemente la posibilidad de producción de árboles dentro de las pequeñas fincas; sin embargo la necesidad de combustibles, la pérdida de fertilidad y las pérdidas de suelo hacen necesaria la toma de decisiones que permitan poner remedio a estas situaciones: dentro de este contexto surgen las técnicas agroforestales como una posibilidad de solución.

1) Silvicultor, Técnico Residente CATIE, Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía. Acuerdo INAFOR-CATIE.

2. TECNICAS AGROFORESTALES

En general las técnicas agroforestales de uso de la tierra implican la combinación de árboles con cultivos o con animales domésticos, o ambos. Tal combinación puede ser simultánea o escalonada en el tiempo o aún en el espacio (3). El objetivo es optimizar la producción por unidad de área con base en el rendimiento sostenido o también optimizar la conservación del recurso suelo y otros, mejorando las condiciones económicas y sociales de los participantes.

Tales técnicas permiten la combinación de especies de exigencias distintas aumentando así la eficiencia de uso de la energía solar incidente por unidad de superficie, utilizada en la producción de biomasa con valor comercial actual debido a la estratificación vertical de las plantas que intervienen en las asociaciones.

Así mismo la estratificación vertical permite, hasta cierto punto simular las condiciones ecológicas de un bosque, garantizando, dentro de las condiciones climáticas inoperantes, una mejor conservación del suelo. Es posible que haya una estratificación de las raíces de las especies asociadas, produciéndose así un mayor reciclaje de elementos nutritivos, así como la recuperación y puesta en los horizontes superiores, de nutrimentos localizados en horizontes profundos del suelo.

Si las especies forestales son leguminosas u otras con organismos asociados capaces de fijar nitrógeno en sus raíces, se aumenta la fertilidad del suelo; si el producto obtenido es la madera, se extraen pocas cantidades de nutrimentos y al contrario se asegura el reciclaje de nutrimentos vía hojarasca y frutos.

En algunas ocasiones la mezcla de árboles y pastizales contribuye al mejoramiento de los pastos, la producción de leña y eventualmente la producción de madera. Un beneficio adicional de la combinación de árboles con algunos cultivos ha sido la disminución de los riegos de

producción y puede ayudar a soportar la fluctuación de los precios del mercado. La introducción del componente forestal en cultivos anuales, perennes o en la ganadería puede favorecer el abandono del sistema de agricultura de subsistencia.

En general las técnicas agroforestales son una forma de uso de la tierra propia para regiones marginales o para áreas donde la productividad del suelo ha desaparecido. Es posible la aplicación de estas técnicas en lugares donde (2):

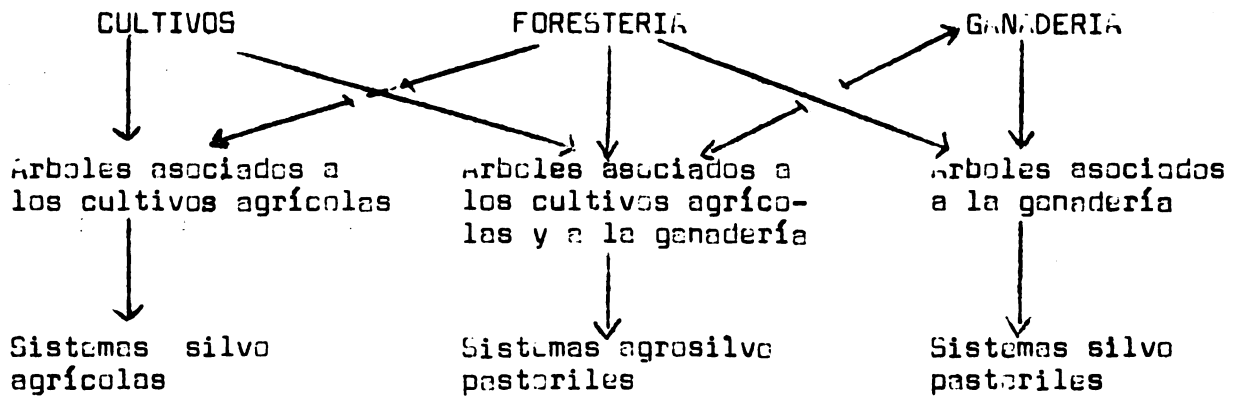
- a) Otra forma de uso de la tierra no permite el mejor aprovechamiento de la capacidad de producción del lugar y no daría lugar a un rendimiento sostenido.
- b) El rendimiento de los cultivos agrícolas no está asegurado por la degradación paulatina del suelo.
- c) Existe, en formaciones húmedas tropicales, uso de agricultura migratoria.
- d) Se practica agricultura de subsistencia.
- e) Los esfuerzos dedicados al aumento de la producción alimenticia podrían verse contrarrestados por la presión por combustibles vegetales o por los altos costos en insumos agrícolas.
- f) Es necesaria la provisión de ferreajes y las pasturas naturales se ven invadidas por malezas, o es necesaria la adición de proteína vegetal o existe un sistema combinado de producción agrícola y ganadero, con presión por combustibles vegetales.

3. CLASIFICACION DE LAS TECNICAS AGROFORESTALES

Combe y Budowski (3) proponen la siguiente clasificación para las técnicas agroforestales:

- I Sistemas silvo agrícolas
- II Sistemas agrosilvopastoriles
- III Sistemas silvopastoriles

El esquema siguiente, tomado de Combe y Budowski (3) permite determinar la relación de las técnicas agroforestales según los tipos de cultivos asociados:



El esquema propuesto permite la definición de las técnicas según la función principal del componente forestal, sin embargo estas funciones son generalmente combinadas y pueden variar con el tiempo. Así mismo debe considerarse la posibilidad de encontrar sobre una misma superficie muchos tipos de componentes forestales cumpliendo funciones iguales o diferentes; por ejemplo cercos vivos y árboles de sombra sobre un pastizal; árboles de sombra y árboles de valor en un cultivo perenne; árboles en cercos vivos que proveen leña y forraje.

Es así mismo necesario tomar en cuenta la distribución espacial de

los árboles entre los cultivos (regular o irregular) y la distribución en el tiempo aunque este no influye en la definición del tipo de sistema.

Combe y Budowski (3) presentan una división de los sistemas arriba mencionados:

I Sistemas silvo agrícolas

1. Agrosilvicultura ("método Taungya" o "Sistema 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 bosques de manglar
6. Cercos vivos
7. Cortavientos
8. Árboles sobre bordes de estanques piscícolas

II. Sistemas agrosilvo pastoriles

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

III. Sistemas silvo pastoriles

1. Pastoreo (o producción de forraje) en plantaciones forestales
2. Pastoreo (o producción de forraje) en bosques secundarios.
3. Árboles de valor en pastizales
4. Árboles de aserrío en pastizales, mejoradores de la fertilidad del suelo por la fijación del nitrógeno.
5. Árboles de sombra en pastizales y/o mejoradores de la fertilidad del suelo.

6. Arboles productores de forraje
7. Arboles frutales en los pastizales
8. Cercos vivos
9. Cortavientos

En continuación se presenta una serie de ejemplos de cada uno de los sistemas tomados de Combe y Budowski (3), quienes citan a diversos autores:

I. SISTEMAS SILVO AGRICOLAS

Técnica No. 1 Agro-silvicultura ("método o sistema Taungya")

<u>REGION/PAIS</u>	<u>ESPECIES FORESTALES</u>	<u>ESPECIES AGRICOLAS</u>
Tailandia	Tectona grandis	Oryza sativa Zea mays Phaseolus spp Capsicum annum Gossypium sp.
Nigeria	Terminalia ivorensis	Dioscorea spp Manihot sculenta Zea mays y legumbres variadas
Zaire	Terminalia ivorensis T. superba Triplachyton scleroxylon Terminalia superba	Musa paradisiaca Theobroma cacao
Ruanda	Cupressus lusitánica Pinus patula Podocarpus milonjianus Podocarpus usambarensis Olea hochstetteri	Zea mays Eleusine coracae

<u>REGION/PAIS</u>	<u>ESPECIES FORESTALES</u>	<u>ESPECIES AGRICOLAS</u>
Antillas Francesas	Swietenia macrophylla	Zea mays
Belize	Tectona grandis	
Trinidad		
Costa Rica	Cordia alliodora	Phaseolus vulgaris
	Cupressus lusitánica	Zea mays
	Swietenia humilis	Cucumis sativum
	Tectona grandis	Manihot sculentum
	Terminalia ivorensis	Coriandrum sativum
	Eucalyptus deglupta	Cucurbita máxima
	Gmelina arborea	Secchium edule
	Erythrina poeppigiana	Vigna unguiculata
		Coffea arábica
		Ipomea batatas
Surinam	Cordia alliodora	Oryza sativa
	Cudrea angustifolia	Musa paradisiaca
	Otras especies locales	Manihot sculenta
Honduras	Tectona grandis	Zea mays
	Gliricidia sepium	Zea mayz y después
		Coffea arábica (Obs. personal)
Guatemala	Inge sp	
	Terminalia oborata	Coffea arábica
	Gliricidia sepium	Theobroma cacao
	Ricinus comunis	(Obs. personal)
	Grevillea robusta	
	Caesalpinia velutina	Zea mays

Técnica No. 2 Árboles de valor en cultivos

<u>REGION/PAIS</u>	<u>ESPECIES FORESTALES</u>	<u>ESPECIES AGRICOLAS</u>
Costa Rica	Cordia alliodora	Coffea arábica
Colombia	Cedrela odorata	
Ecuador	Juglans spp. Alnus acuminata	
Costa Rica	Cordia alliodora	Theobroma cacao
Colombia	Cedrela odorata	
Ecuador	Juglans spp.	
Trinidad	Cordia alliodora Cedrela odorata Swietenia macrophylla	Theobroma cacao
Costa Rica	Eucalyptus daglupta Cordia alliodora	Coffea arábica Saccharum officinarum
Guatemala	Pinus spp. Grevillea robusta Cupressus lusitánica Cordia alliodora Cupressus lusitánica	Zea mays Triticum spp. Coffea arábica (obs. personal) Ananas americana (Obs. personal). Zea mays (Obs. personal)
Kenya	Acrocarpus fraxinifolius Grevillea robusta Terminalia superba	Camelia sinensis Theobroma cacao

Técnica No. 3 Árboles frutales en cultivos

Costa Rica	Bactris gasipaes Macadomia spp a veces también con	Coffea arábica Musa paradisíaca Coffea arábica
Costa Rica América Central y el Caribe	Artocarpus incisa A. integrifolia Artocarpus spp Cocos nucífera Psidium guajaba Otras especies de frutales	Cultivos variados
Guatemala	Spondias spp.	Coffea arábica
Colombia	Bactris gasipaes	Coffea arábica (Obs. personal)
Brasil (Amazonas y Pará)	Bertholettia excelsa Bertholettia excelsa	Racinus communis Theobroma cacao Musa paradisíaca Theobroma cacao
Regiones áridas de Sur América	Prosopis chilensis	Cultivos variados
Filipinas	Cocos nucífera	Sorghum bicolor panicum spp. Lycopersicum Saccharum officinarum Oryza sativa

Técnica No. 4 Árboles de sombra en los cultivos y/o mejoradores de la fertilidad del suelo.

América Central y Sur América	<i>Erythrina</i> spp.	<i>Coffea</i> arábica
	<i>Inga</i> spp.	parcialmente
	<i>Guarea trichiliodes</i>	<i>Theobroma cacao</i>
	<i>Dendropanax arbóream</i> <i>Andira inermis</i>	
Guatemala	<i>Inga</i> spp.	<i>Coffea</i> arábica
	<i>Erythrina</i> spp.	ó
	<i>Pithecolobium saman</i>	<i>Theobroma cacao</i>
	<i>Cassia spectabilis</i>	
	<i>Grevillea robusta</i>	
	<i>Gliricidia sepium</i>	
	<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Coffea</i> arábica
	<i>Diphysa robinoides</i>	<i>Theobroma cacao</i> ó
		<i>Coffea</i> arábica
México	<i>Crotopis</i> spp.	<i>Zea mays</i> y
	<i>Leucaena sculenta</i>	otras asociadas
	<i>Pithecolobium</i> spp.	
Trinidad	<i>Tabebuia pentaphylla</i>	<i>Theobroma cacao</i>
	<i>Erythrina glauca</i>	
	<i>Inga</i> spp.	
	<i>Cedrela</i> spp.	
Timor	<i>Albizia brasilensis</i>	<i>Coffea</i> arábica

Camerún	<i>Albizia malalocarpa</i>	<i>Coffea canephora</i>
	<i>Deguelia microphylla</i>	
	<i>Lourea leucocephala</i>	
	<i>Cassia siamea</i>	
	<i>Cassia spectabilis</i>	
	<i>Cassia nodosa</i>	
	<i>Inga trápica</i>	
	<i>Inga edulis</i>	
	<i>Inga vera</i>	
	<i>Inga striata</i>	
	<i>Inga sessilis</i>	
	<i>Albizia gummifera</i>	<i>Theobroma cacao</i>
	<i>Albizia sygia</i>	
	<i>Musanga cecropioides</i>	
	<i>Ficus vogliana</i>	
	<i>Distem nanthus benthamianus</i>	
	<i>Bombax spp.</i>	
	<i>Caiba pentandra y otras</i>	
	<i>Mimosaceas.</i>	
Kenya, Africa del Este	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	<i>Camelia sinensis</i>
	<i>Grevillea robusta</i>	
China	<i>Aleurites cordata</i>	<i>Triticum spp.</i>

Técnica No. 5 Piscicultura en bosques de manglares

En muchos países	Rhizophora mangle Avicennia spp. Laguncularia spp	Pescados Moluscos
------------------	---	----------------------

Técnica No. 6 Cercos vivos

Costa Rica y América Central	Cupressus lusitánica Bromelia pinguin Dracaena fragans Gliricidia sepium Yucca elephantipes Salix humboldtiana Ficus pertusa Ficus goldmanii Erythrina spp. E. berteroana E. glauca E. globocalix E. poepigiana Jatropha curcas Bursera simarouba Otras especies	Cultivos anuales, perennes y pastoreo
Brasil	Bursera simarouba Spondias purpurea Colubrina spp	Cultivos variados
Colombia	Gliricidia sepium Guazuma ulmifolia	Pastos (obs. personal)

Técnica No. 7 Rompavientos

Costa Rica	Cupressus lusitánica y otras especies, según las condiciones locales	Cultivos y pastoreo
Nicaragua	Cassia siamea Eucalyptus camaldulensis Leucaena leucocephala Tecoma stands	Gossypium hirsutum

Esta técnica es una de las más ampliamente utilizada en el mundo y se pueden citar muchos ejemplos.

II. Ejemplos de sistemas agrosilvo pastoriles

<u>REGION/PAIS</u>	<u>ESPECIES FORESTALES</u>	<u>ESPECIES AGRICOLAS</u>	<u>ESPECIES FORRAJERAS O ANIMALES</u>
Tailandia regiones tropicales	Cocos nucifera y otros árboles	Oryza sativa	Bubalus bubalis
	Cocos nucifera y otras palmeras	Zea mays (cultivos intercalados)	Bos taurus Bos indicus
	Cocos nucifera y otras palmeras	Legumbres	Pequeña ganadería (puercos, cabras, aves)
Brasil	Bactris gasipaes	Legumbres	Patos

En zonas tropicales se encuentran asociadas a nivel familiar animales, árboles y cultivos agrícolas.

III. Ejemplos de sistemas silvo pastoriles

<u>REGION/PAIS</u>	<u>ESPECIES FORESTALES</u>	<u>ESPECIES FORRAJERAS</u>
Chile	Pinus radiata	Especies forrajeras
Nueva Zelanda	Pinus radiata	Lolium perenne Phleum pratense
Australia	Pinus radiata	Especies forrajeras
Fidji	Pinus caribaea	Pennisetum polystachion Miscanthus floridulus Centrosema pubescens Desmodium heterophyllum Brachiaria milliformis Brachiaria decumbens Dichanthium caricum
Surinam	Pinus caribaea	Varias especies forrajeras

Técnica No. 2 Pastoreo (o producción de forraje) en los bosques secundarios.

Costa Rica	Cordia alliodora Cedrela odorata y otras especies locales	Especies forrajeras variadas
------------	---	---------------------------------

Técnica No. 3 Árboles de valor en los pastizales

Costa Rica	Cordia alliodora Cedrela odorata Eucalyptus deglupta Pinus caribaea	Cynodon nfluensis Panicum spp. y otros no identificados
------------	--	---

Costa Rica	Eucalyptus deglupta	Pennisetum purpureum
		Setaria sphacelata
		Malinis minutiflora
	Pinus caribaea	Brachiaria mutica

Técnica No. 4 Árboles de aserrío en los pastizales, mejoradores de la fertilidad del suelo por fijación de nitrógeno.

Costa Rica	Alnus acuminata	Axonopus scoparius
Colombia		Pennisetum clandestinum
		Pennisetum purpureum

Técnica No. 5 Árboles productores de sombra en pastizales y/o mejoradores de la fertilidad del suelo.

Costa Rica	Erythrina poeppigiana	Panicum maximum
	Mithecolobium saman	Casahuate fasciculatum
	Gliricidia sepium	Hemolapsis aturensis
	Leucaena leucocephala	Digitaria decumbens

Técnica No. 5 Árboles productores de forraje

América central el Caribe y sur América	Brosimum alicastrum
	Brosimum galactodendron
	Brosimum spp.
	Mithecolobium saman
	P. jiringa
	P. dulce
	Ficus spp
	Guazuma ulmifolia
	Prosopis juliflora

P. chilensis
P. tamarugo
Prosopis spp
Leucaena leucocephala
Gliricidia sepium y otras

Técnica No. 7 Árboles frutales en los pastizales

Costa Rica

Bactris gasipaes
Cocos nucifera
Elaeis guineensis
Elaeis olifera
Otras especies

Psidium guajaba

Especies forrajeras

BIBLIOGRAFIA

1. CACERES, R. 1982. Los sistemas bioenergéticos: instrumentos del desarrollo. In curso sobre metodologías de investigación y técnicas de producción de leña. Amatlán, Guatemala, la, 1982. Actas. Editado por H.N. Martínez H. Guatemala, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Instituto Nacional Forestal. pp. 32-40
2. CASTAÑEDA, L.N. y MARTINEZ H., H.N. 1982. Los sistemas agroforestales y las posibilidades de producción de leña. In Curso sobre metodologías de investigación y técnicas de producción de leña. Amatlán, Guatemala, 1982. Actas, editado por H.N. Martínez H. Guatemala, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Instituto Nacional Forestal. pp. 65-68
3. COMBE, J. y BUDOWSKI, G. 1979. Clasificación de las écnicas agroforestales; una revisión de literatura. In Taller sistemas agroforestales en América Latina. Turrialba, 1979. Actas. editado por G. de las Salas. Turrialba, Costa Rica, pp. 17-48.

SOMBRIO EN CULTIVOS PERENNES

José R. Zanotti

Trabajo preparado para el Curso sobre Técnicas Agroforestales en la Producción de Leña realizado en Amatitlán, Guatemala, 1-3 Marzo 1983

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
INSTITUTO NACIONAL FORESTAL

Proyecto Leña Acuerdo INAFOR-CATIE/ROCAP
Guatemala, 1983

SOMBRIOS EN CULTIVOS PERENNES

José R. Zanotti

1. INTRODUCCION

Las asociaciones de cultivos perennes con especies forestales, en Guatemala, han sido utilizados desde tiempos atrás por los grandes y pequeños agricultores de todo el país; ha transcurrido el tiempo y a la fecha no se tiene ninguna información sobre cual es el mejor método o técnica que permita poder obtener beneficios, tanto económicos como una productividad sostenida de la tierra.

El CATIE, la Universidad de las Naciones Unidas (U.N.U.) y la Organización Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), han iniciado conjuntamente proyectos encaminados a la investigación de las técnicas tradicionales en uso por los agricultores de Centro América (2).

Guatemala, por tradición es productor de café y cacao los cuales en su mayoría se cultivan bajo sombra; debido a la roya del café (Hemiloia vastatrix) se ha comenzado a renovar el cafetal y en algunos casos a cambiarlo por otro cultivo, debido a la baja del precio.

Al renovar el cafetal, se prefiere variedades de poca sombra, para evitar los ataques fungosos y aumentar la productividad, con la desventaja de proporcionarle una dosis más fuerte de fertilizantes y mayores costos. por tanto debe pesarse económicamente la ventaja o no de tener árboles dentro del cultivo.

Para el pequeño agricultor resulta menos controversial la inclusión de árboles de sombra, porque ellos generalmente tienen su cultivo principal en un sitio de clase sub-óptima.

1) Contraparte del Proyecto Leña

Purseglovo, citado por Beer, resume algunas de las importantes consideraciones en el caso de que se establezcan árboles de sombra en tales sitios; él afirma que "La sombra reduce la fotosíntesis, la transpiración, metabolismo y el crecimiento, por consiguiente se reduce también la demanda de nutrientes al suelo, y así se capacita un cultivo para que se mantenga en suelos de baja fertilidad" (2).

En el presente documento se tratará de exponer varios ejemplos de manera sencilla y clara para que los participantes, se interesen por estas técnicas, y las pongan en práctica en las comunidades donde prestan sus servicios.

2. ARBOLES MEZCLADOS CON CULTIVOS

2.1 Arboles valiosos entremezclados en plantaciones de café y cacao

En Costa Rica y en otros países tropicales americanos está teniendo lugar una revolución en lo concerniente al uso de árboles: las especies tradicionales de árboles de sombra están siendo suplementados o reemplazados por árboles maderables particularmente prometedores, nativos o exóticos, de rápido crecimiento, Cordia alliodora, un árbol nativo de Centro y Sur América, característico de la sucesión secundaria en las áreas húmedas, a menos de 700 m. de elevación, es utilizado ampliamente en Costa Rica, Colombia y otros países; otras especies están siendo asimismo usadas. (3)

En Costa Rica, uno de los árboles de sombra tradicionales, la leguminosa Erythrina poeppigiana y en menor grado Inga spp.; son ahora fuertemente podadas para producir ramaje bajo y se asocian con Cordia, por lo tanto; se produce una comunidad de tres estratos (café, Erythrina y Cordia) son posibilidades económicas aparentemente excelentes (3).

En Guatemala, particularmente en la Costa sur-oriental, se tienen las plantaciones de cacao y café, en las cuales se pueden observar diferentes especies de sombra, en su mayoría para café las especies más utilizadas son Inga ssp., Solanum balbisi, Gliricidia sepium para cacao, se ha visto Inga ssp. Terminalia obovata, Roseodendron, Donnell smithii.

En el departamento de Sacatepéquez, el árbol preferido de sombra es Grevillea robusta.

2.2 Arboles maderables que mejoran los pastizales en las tierras altas húmedas

En Costa Rica, y más recientemente en Colombia, se viene acumulando considerable conocimiento en el uso de un árbol maderero, local, de rápido crecimiento de muy amplia distribución (norte de Argentina hasta México) en combinación con pastizales para producción de leche: Aliso o Ilamo nativo Alnus jorullensis H.B.K. (= A. acuminata) fija cantidades considerables de nitrógeno mediante nódulos producidos por el Hongo Actinomyces alsi en las raíces. El árbol encuentra mercado pronto como madera de utilidad general, para sarcófagos y recientemente para fósforos y en la industria de la zapatería. El crecimiento es extremadamente rápido y es de esperarse un diámetro de 40-45 cm. después de 20 años. (3)

En Guatemala, podemos observar el Aliso o Ilamo en el altiplano central, occidental, baja y alta veranaz, etc. en donde también se lo ve asociado con pastos naturales ej: Purulhá.

En zonas ganaderas de climas tropicales húmedos y/o secos debajo de 1500 m. de elevación es común encontrar pastizales asociados con árboles de guayaba (Psidium guajaba) más o menos dispersos.

En muchos casos la presencia de la asociación es un evento indeseable debido a la necesidad de invertir esfuerzos de trabajo o insumos para evitar la colonización excesiva. En algunos casos, en cambio, los propietarios mantienen dicha asociación porque consideran que el beneficio por forraje (frutos), sombra y leña justifica los costos asociados para competencia con el pasto (reducción de la producción de forraje) y los costos de control de la regeneración natural del guayabo. (4)

En Guatemala podemos observar esta asociación en el municipio de Palencia (Guatemala) y el departamento de El Progreso, y como un beneficio adicional de la guayaba, en el mes de diciembre se puede vender como árbol de navidad pintado de color plata.

En Teapa, Tabasco, México, en un terreno de 78 Has. clima, según García, cálido húmedo con lluvias todo el año con más de 60 mm. el mes más seco, se tiene una asociación de Cordia alliodora con pasto merkerón (*Pennisetum merkeri*).

, El manejo que le dan a la asociación es que a los mejores árboles de C. alliodora se le dejó crecer y se cuida con limpias para permitirle un buen desarrollo; 2 veces al año se hacen aclareos; el ganado entra al potrero 3 veces al año 2 meses por mes, dejando descansar el pasto 2 meses, la carga animal es de 20 animales por 6 Ha. de potrero, la función del potrero es la cría de ganado. (1)

Ventajas del Sistema

- sombra para el ganado
- guarda humedad
- posted, leña, madera para construcción
- madera

Desventajas

- si está muy denso (Cordia) perjudica el sistema
- hay que darle mantenimiento
- no se puede mecanizar

* En México se encuentran asociaciones que manifiestan un mejor uso del recurso suelo por ejemplo:

Madrecacao--cacao--vainilla
Guachivilin--cacao--vainilla

* Observación personal.

Madrecacao--cacao-- Achiote.

Algunas de las consecuencias producidas por la sombra en los cultivos pueden ser favorables o desfavorables por Ejemplo: la influencia en el balance hídrico del estrato inferior . Si el efecto es beneficioso o perjudicial dependerá de las características de las especies y del área específica de la finca (clima, suelo etc.)

Los árboles de sombra se recomiendan por los siguientes objetivos:

- a) Como un manejo de las condiciones ambientales de cultivos en asocio; por ejemplo: E. poeppigiana para café.
- b) Como un medio de diversificación de la producción (incluyendo madera) de un cierto lugar; por ejemplo: C. alliodora en café.
- c) En algunos casos la sombra llena los objetivos a) de manejo y b) de producción, por ejemplo: Leucaena leucocephala en café.

En el (anexo 1) posibles ventajas de los árboles de sombra con cultivos perennes y anexo (2) posibles desventajas de los árboles de sombra con cultivos perennes; John Beer* haciendo una interacción de ambas, dedujo (anexo 3) las características consideradas las más apropiadas pero las que sean de mayor importancia depende del objetivo principal (a), (b) o (c) (2)

De vital importancia es determinar primero si la especie a utilizar esta adaptada a la zona. Finalmente, la mejor prueba de cuán adecuada sea una especie de árbol para sombra es el rendimiento económico a largo plazo comparado con el monocultivo

* D.R.N.R., CATIE, Turrialba, Costa Rica

del cultivo perenne.

La lista en el Anexo 3 es sólo una guía para escoger las especies a ser probados. (2)

Sistemas Agrícolas de Producción de café en México: El café es una de las plantas que puede cultivarse de la forma más variada, desde plantaciones en condiciones prácticamente silvestres, hasta plantaciones con sofisticados sistemas de poda y manejo; soporta las más diversas condiciones y sistemas de cultivo, a los que se adapta fácilmente.

A continuación se describen algunos sistemas de producción:

Sistema Rusticano

Este sistema de producción se encuentra asociado a zonas montañosas con muy malas vías de comunicación y con poblaciones indígenas. Es frecuente hallarlo en la zona norte de Chiapas, en la parte sur del estado de Veracruz, así como en los estados de Oaxaca, Puebla, Hidalgo y San Luis Potosí. (4)

La característica más sobresaliente en este sistema está relacionado con la utilización de bosque natural como sombra del café. Las plantaciones se llevan a cabo dando un aclareo del piso superior y talando algunos árboles grandes para dar lugar a los arbustos de café, que prosperan prácticamente bajo condiciones silvestres. (4) (ver figura 1).

Sistema Tradicional

Este sistema es el de mayor importancia en cuanto a superficie y número de productores que lo utilizan; representa, por lo tanto, el más alto porcentaje de cultivos de café en México.

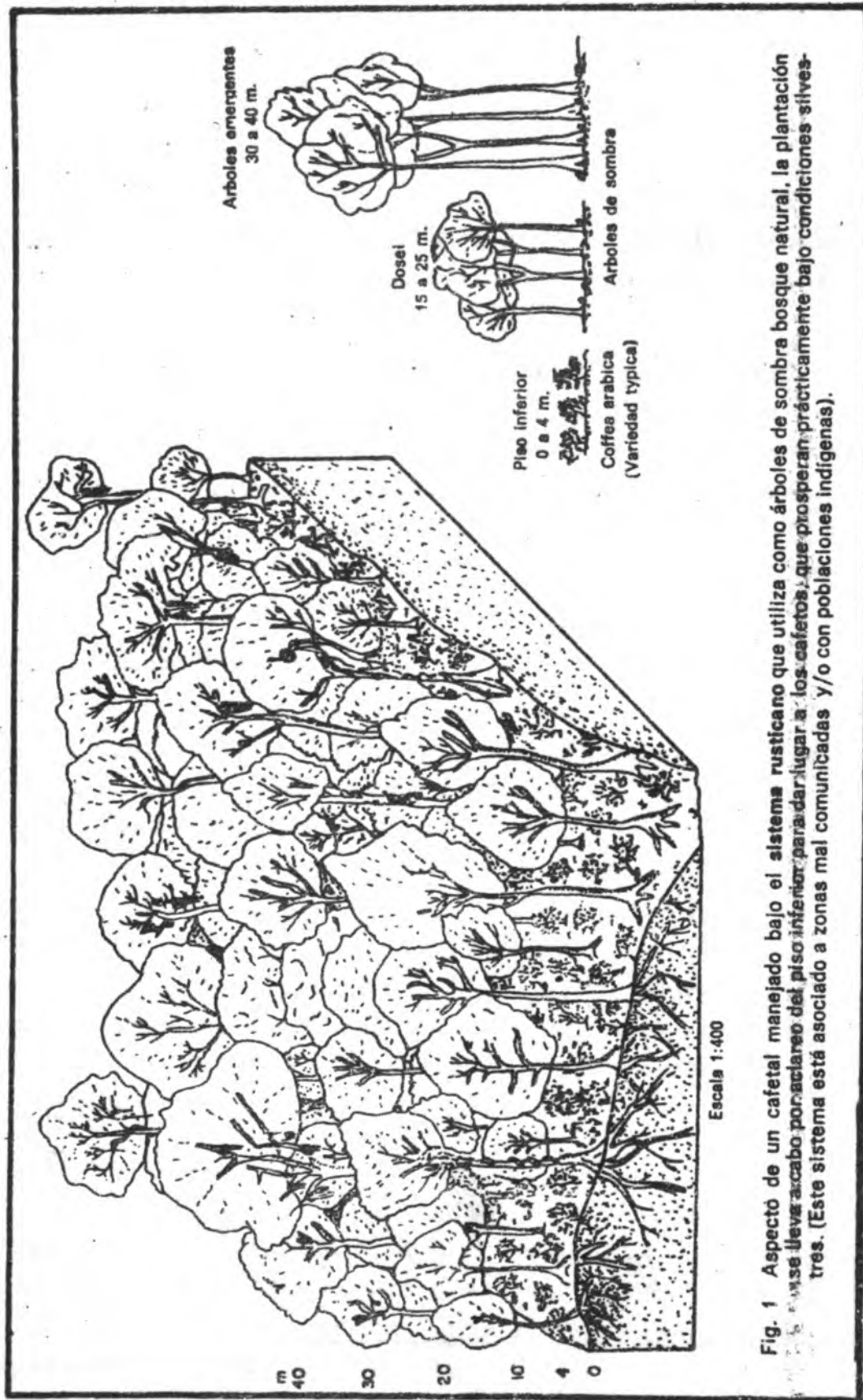


Fig. 1 Aspecto de un cafetal manejado bajo el sistema rusticano que utiliza como árboles de sombra bosque natural, la plantación se lleva a cabo por encima del piso inferior para dar lugar a los cafetos que prosperan prácticamente bajo condiciones silvestres. (Este sistema está asociado a zonas mal comunicadas y/o con poblaciones indígenas).

Se encuentra generalmente asociado al minifundio, bajo regímenes de propiedad de la tierra ya sea ejidal o comunal o de pequeños propietarios que cultivan pequeñas parcelas (menos de Hectáreas).

La característica más sobresaliente que identifican al sistema tradicional se relacionan con la utilización de diferentes combinaciones de árboles y frutales con sombra del café. La comercialización del café representa el ingreso mayor y los frutos son una fuente de ingreso suplementaria y que no es cuantificable, los frutos también sirven para el autoconsumo o alimento de animales domésticos (4). Figura 2.

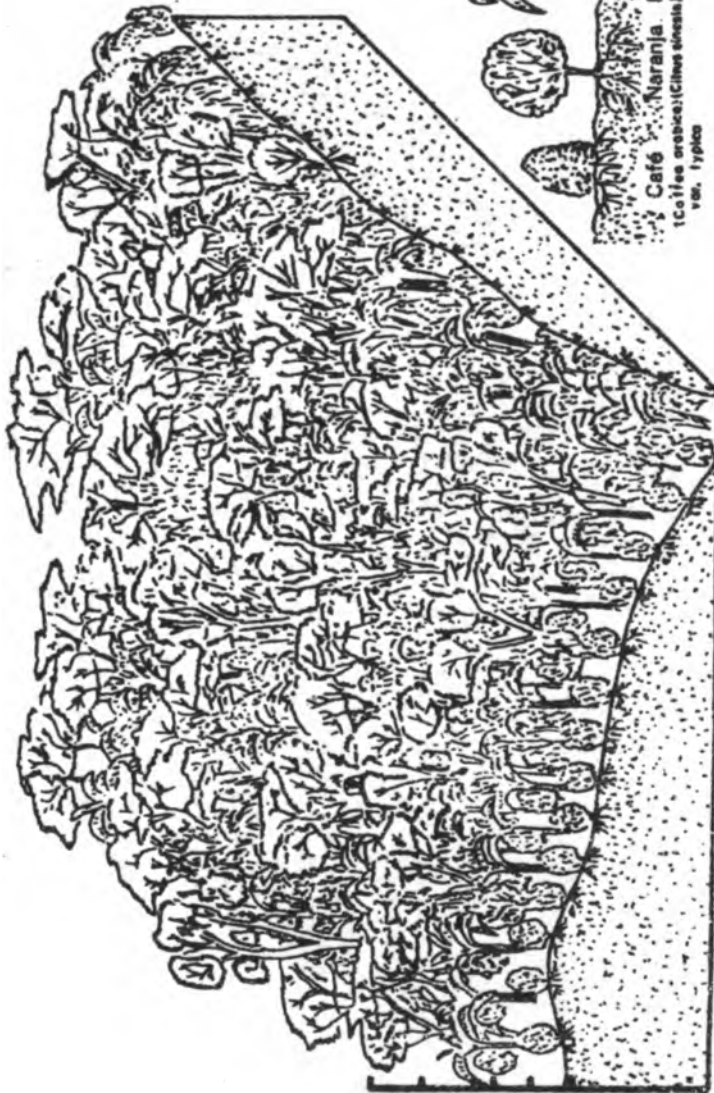
Sistema Plantación

Este tipo de plantación está asociado a medianos y grandes productores, que cuentan con una tradición cafetalera encausada se logran altos rendimientos de café, así como condiciones económicas adecuadas para lograrlas. La característica más sobresaliente de este sistema es la utilización de árboles de sombra plantados exprofeso y estrictamente para proporcionar sombra y materia orgánica a los cafetos. Los árboles de sombra pertenecen generalmente a la familia leguminosas del género Inga son manejados por medio de podas y remplazo de árboles muy grandes o enfermos. También es frecuente encontrar Gravillea robusta. figura 3.

Un posible Módulo

Con base en los conocimientos empíricos de los productores, y en el resultado de las investigaciones y observaciones de campo sobre las características de los sistemas agrícolas de producción, se propone un esquema como punto de partida (hipótesis empírica) que permita derivar consecuencias lógicas,

Escala 1:200



m || 6 5 4 2.5 0

Escala 1:125

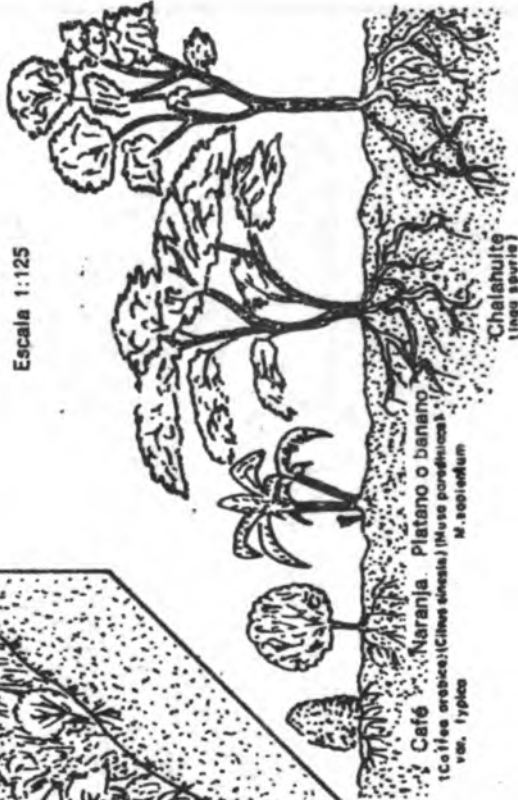


Fig. 2 Aspecto de un cafetal manejado bajo el sistema tradicional que combina frutales, cafetos y árboles de sombra. Este sistema representa el más alto porcentaje de cafetales en México y está asociado a ejidatarios comuneros o pequeños propietarios que cultivan parcelas muy pequeñas.

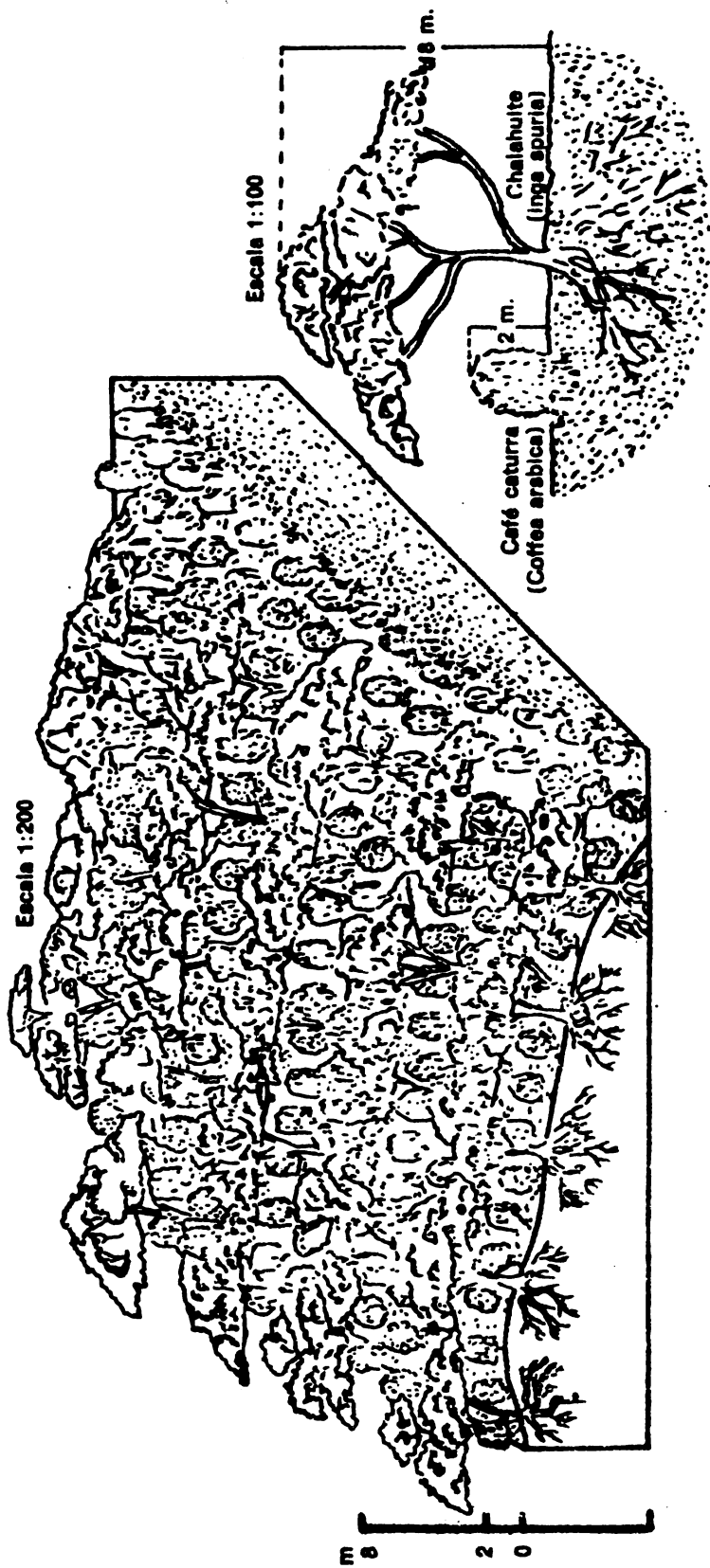
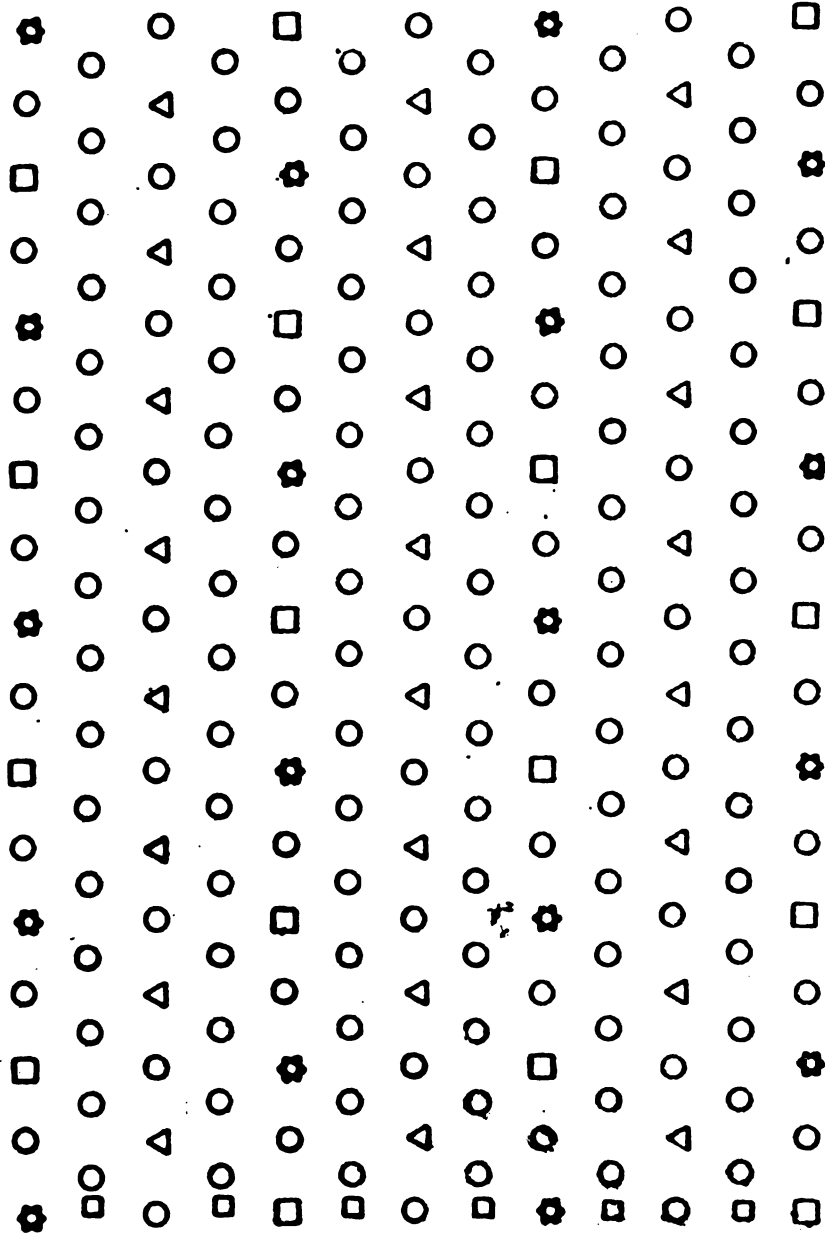
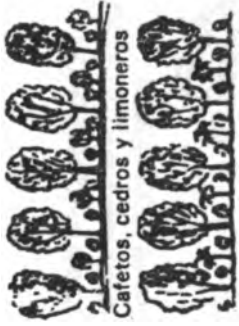


Fig. 3 Aspecto de un cafetal manejado bajo el sistema de plantación tipo monocultivo con sombra a base de *Inga spuria* bien espaciada. (Este sistema es el recomendado para obtener una alta producción de café). Se encuentra asociada generalmente a medianos y grandes productores, representan un bajo porcentaje de cafetales en México.

e introducción técnicas para someter las hipótesis de contratación y estimar la probabilidad de verdad de las mismas y la efectividad de las técnicas aplicadas. figuras 4, 5 y 6.



COMBINACIONES EN SURCOS



Cafetos, cedros y plátanos



Cafetos y plátanos



Cafetos

- Cedro rojo
- Cafeto (caturra)
- △ Plátano
- Colmenas
- ☆ Limonero

Escala 1:100

Fig. 4. Diseño de un ecosistema cafetal, manejado bajo el concepto de agricultura tropical de pisos o estratos, en un arreglo o marco de plantación de tres bolillos de 2m. por lado, en el cual se aprovechan diferentes estratos aéreos, así como profundidades del suelo, con especies vegetales compatibles y económicamente productivas, simulando las condiciones de los ecosistemas naturales de bosques y selvas. En este diseño es posible obtener las siguientes densidades de plantas por ha.: Cedro rojo 180, limoneros 180, plátanos 360 y cafetos de la variedad caturra 2165, dando un total de 2885 árboles y arbustos.

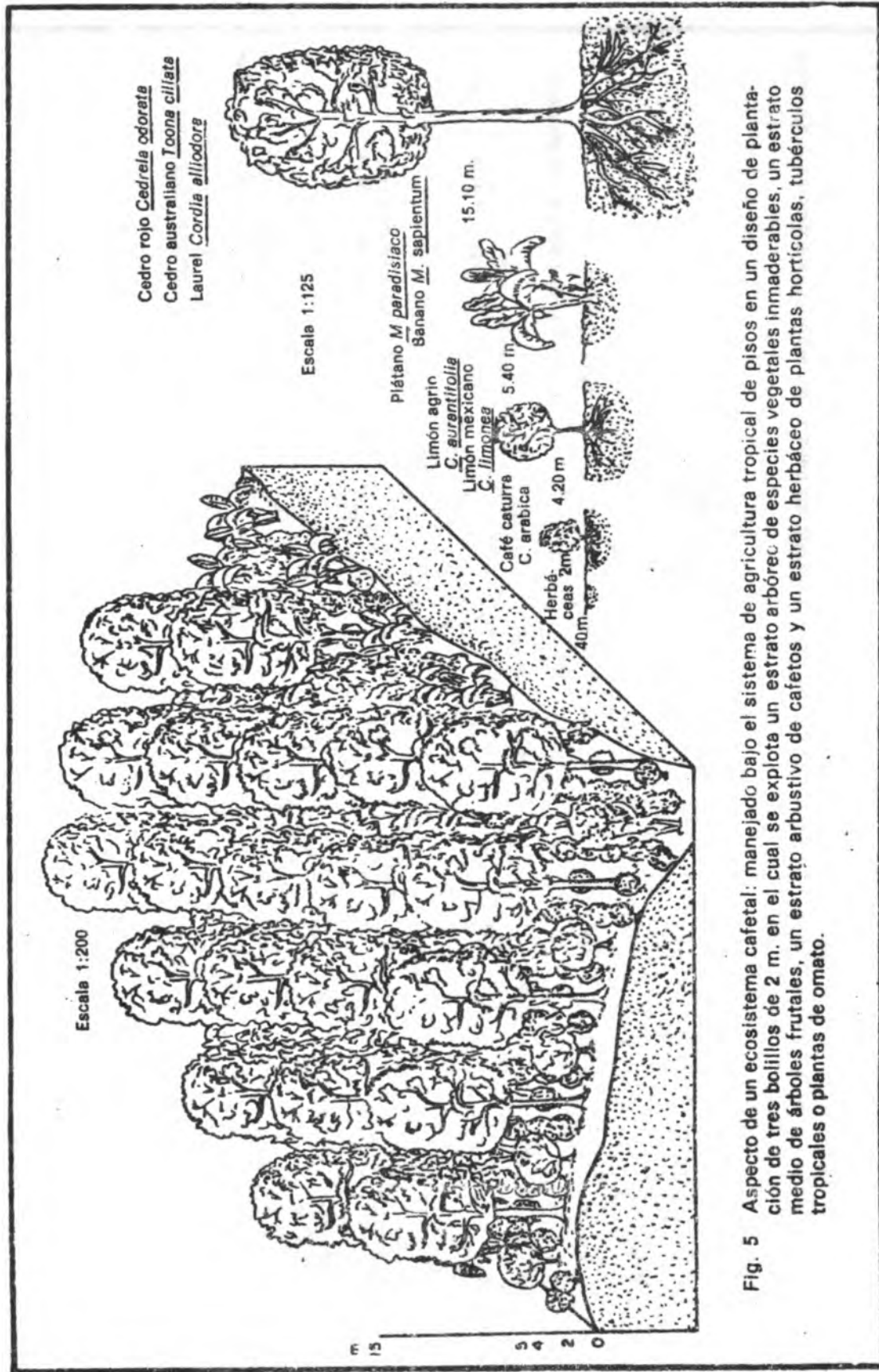
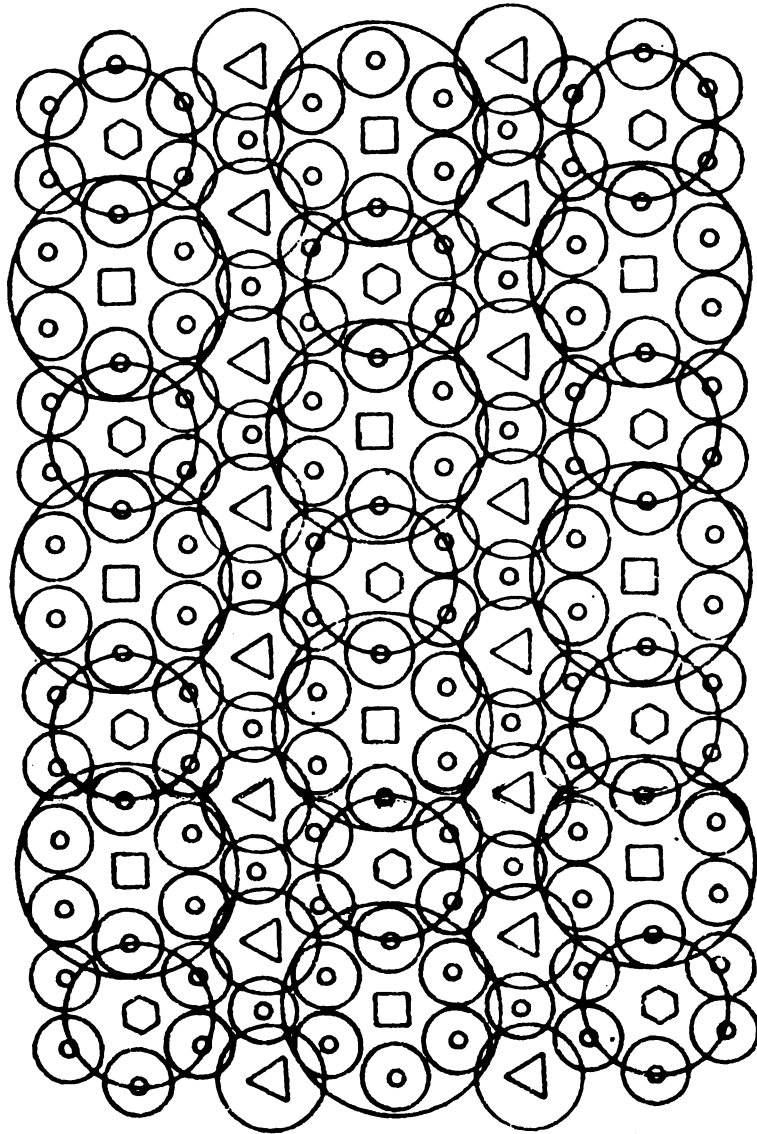


Fig. 5 Aspecto de un ecosistema cafetal: manejado bajo el sistema de agricultura tropical de pisos en un diseño de plantación de tres bolillos de 2 m. en el cual se explota un estrato arbóreo de especies vegetales inmaderables, un estrato medio de árboles frutales, un estrato arbustivo de cafetos y un estrato herbáceo de plantas hortícolas, tubérculos tropicales o plantas de ornato.



ESTRATOS ESPECIES COBERTURA %
m²/ha.

Piso Inferior Herbáceas 361 36%
 Cafetos 5419 540%

Estrato medio Plátano 2528 25.0
 Limones 2266 22.0

Estrato superior Cedro 5112 51.0
 rojo

Cobertura 100% 5600' de superposición entre estratos.

Fig. 6 Aprovechamiento del espacio aéreo dentro del agrosistema cafetal, calculado en base a las siguientes especies y diámetro de copas, cedro rojo 6 m., café 1.80 m., limón 4m., plátano 3m.

ANEXO 1

BEER CITANDO VARIOS AUTORES PRESENTA LAS POSIBLES VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS ARBOLES DE SOMBRA

Posibles ventajas de los árboles de sombra con cultivos perennes

I. Producen ciertas facilidades en el manejo del cultivo

1. Prevención de sobre-producción y la consecuente "die back" (quema de los ápices) que resulta en producciones menos variables, las que al cabo de un largo período permiten una utilización eficiente de la maquinaria y de las labores durante la cosecha y el procesamiento.
2. Se suprime el desarrollo de malezas.
3. Diversificación de la producción, por ejemplo: frutos, madera. Además, los árboles maderables representan "un capital permanente" y desde este punto de vista representa un seguro contra las pérdidas de los cultivos.
4. Control de la fenología del cultivo por ejemplo: la floración, que se puede influenciar con el manejo de las condiciones ambientales a través de la poda cuidadosa de los árboles de sombra o del uso de árboles deciduos apropiados.

II. Influencias beneficiosas en el ciclo hidrológico

1. Disminución de la tasa de evapotranspiración del estrato inferior.
2. Remoción de los excesos de humedad en el suelo, mediante la transpiración producida por la cobertura vegetal densa de sombra por ejemplo: las plantaciones de té en el noreste de la India.

3. Incremento en la entrada de humedad a través de la intercepción horizontal de neblina o nubes, por ejemplo: Grevillea robusta en plantaciones de té en Tanzania (Fordham citado por Willey).

III. Protección del cultivo de los patógenos, insectos y climas adversos.

1. Extensión de la vida productiva del cultivo.
2. Reducción de los valores extremos en la temperatura del aire, suelo y superficie foliar, y en algunos casos se promueven las condiciones microclimáticas adecuadas para el cultivo, por ejemplo: mayor humedad.
3. Disminución del daño ocasionado por el granizo y lluvias torrenciales.
4. Disminución de algunas enfermedades, plagas y matapalo, por ejemplo: los insectos "cacao capsids" (Distantiella theobroma, Sahlbergella singularis).
5. Disminución de la velocidad del viento, que puede afectar el cultivo.

IV. Mejoramiento de la fertilidad y/o protección del suelo

1. El crecimiento y la muerte de los sistemas radicales de los árboles de sombra favorecen el drenaje y la aireación del suelo, por ejemplo: la penetración a través de un "hard pan" (estrato de sub-suelo compactado).

2. Existencia de "mulch", producto de la caída de las hojas y residuos de la poda, ayuda a mantener la humedad del suelo en la época seca e incrementa la cantidad de materia orgánica del suelo.
3. Disminución de la erosión en las pendientes.
4. Disminución en la tasa de descomposición de la materia orgánica del suelo resultado de la reducción de la temperatura del suelo.
5. Recirculación de nutrimentos que no eran accesibles al cultivo.
6. Fijación de nitrógeno producto de los nódulos del sistema radical de los árboles de sombra.
7. Sistemas de cultivo sin sombra involucran el uso mayor de agroquímicos, como los herbicidas. Estos pueden producir efectos inhibitorios sobre los organismos del suelo; por ejemplo, descomponedores de materia orgánica y fijadores de nitrógeno de vida libre. Además, el incremento en materia orgánica del suelo bajo sombra aumenta la actividad biológica.

ANEXO 2

Posibles desventajas del uso de árboles de sombra con cultivos perennes

I. Producen ciertas dificultades en el manejo del cultivo

1. La caída natural de los árboles y sus ramas, o la cosecha de los árboles maduros, dañará el cultivo inferior.
2. Repentinas defoliaciones de los árboles de sombra a causa de insectos o enfermedades puede producir un cambio brusco en las condiciones ambientales normales del cultivo bajo sombra y ocasionar una disminución en producción (por lo tanto es preferible el uso de varias especies de sombra que solo una).
3. Se requiere de una labor manual extra, para el manejo (principalmente la poda) de los árboles de sombra.
4. La mecanización del cultivo en el estrato inferior se dificulta.
5. Se dificultan las labores del control de la erosión, por ejemplo: el uso de terrazas.
6. La genética de las nuevas variedades de cultivos está orientada para que se adapten a condiciones de monocultura y no para adaptarse bajo sombra.

II. Influencias detrimenales en el ciclo hidrológico

1. Competencia de las raíces de los árboles por agua en la estación lluviosa y por oxígeno en la estación seca.
2. La intercepción de la precipitación por el follaje de la sombra y su posterior evaporación, disminuye el agua disponible para los cultivos.

III. Promoción de factores adversos e.g. climáticos, organismos patógenos, insectos.

1. La disminución en el movimiento del aire y el aumento en humedad pueden favorecer las enfermedades fungosas.
2. La incidencia de insectos dañinos puede ser mayor en cultivos sombreados.
3. Existencia de efectos alelopáticos, por ejemplo: la combinación de Nogal (Juglans spp) con café es potencialmente peligrosa.
4. Los árboles de sombra pueden ser hospederos de plagas y enfermedades, por ejemplo: Albizia falcata es un hospedero de un tipo de barrenador del café (Xyleborus) en Africa.
5. Se da una baja en la calidad del cultivo, por ejemplo: una sombra intensa puede disminuir la calidad del té.
6. La sombra no sólo reduce la cantidad de luz aprovechable sino también la calidad, al absorber diferencialmente ciertas longitudes de onda de importancia en la fotosíntesis.

IV Reducción en la disponibilidad de nutrientes para el cultivo asociado y promoción de la erosión del suelo.

1. Las raíces de los árboles de sombra compiten por nutrientes.
2. El agua que corre en el tronco y el goteo producido por la coalescencia de las gotas en las hojas de los árboles de sombra, puede ocasionar una distribución desfavorable de la lluvia, que incrementa la erosión, daña el cultivo y disminuye el almacenamiento de agua en el suelo.
3. La exportación de frutos y/o madera constituye una salida de los nutrientes del lugar.

Características deseables de los árboles de sombra para cultivos perennes.

1. Compatibilidad con el cultivo, lo que significa una competencia mínima por agua, nutrimentos y espacio, por ejemplo: que no echen chupones, que la copa se desarrolle sobre el cultivo y no dentro, y sistema radical profundo para que resulte mínima la superposición de las raíces entre la sombra y el cultivo.
2. Sistema radical fuerte (resistente a los vientos). Nótese que los árboles de sombra están más expuestos a las condiciones climáticas adversas que los árboles de una plantación forestal o un bosque natural y deben estar en capacidad de adaptarse al crecimiento en pleno sol.
3. Capacidad de ser establecido por estacas grandes (propagación vegetal) para rápidamente dar una adecuada sombra.
4. Capacidad para extraer nutrimentos del suelo que el cultivo no puede tomar *.
5. Capacidad del sistema radical para fijar nitrógeno.
6. Poseer una copa angosta que de un patrón de sombra en parches en vez de una sombra uniforme que produce una luz de baja calidad fotosintética.

* Esto es un aspecto de controversia, ya que muchos autores describen a los árboles como "una bomba que extrae nutrimentos", que toma elementos que no están al alcance de las raíces del cultivo. Sin embargo, Budowski indica como una característica ventajosa, el poseer "amplias raíces superficiales", de aquí que se puedan escapar pocas cantidades de nutrimentos dentro de los sistemas radicales mezclados del cultivo y el árbol. Con excepción de suelos arenosos, existen pocas evidencias en los trópicos húmedos que demuestren que los sistemas radicales del cultivo y de los árboles ocupen diferentes niveles. En lugares de alta pluviosidad la mayoría de las raíces absorbentes de todas las plantas están cerca de la superficie del suelo.

7. En el caso de las especies productoras de madera (Obj. b), es deseable un diámetro de copa pequeño que: a) reduzca la resistencia al viento y por lo tanto el riesgo de caída, b) permita densidades relativamente altas pero manteniendo los niveles de luz adecuados para el cultivo, c) minimice los daños ocasionados al cultivo cuando los árboles (producción sostenida de madera) son cosechados.
8. De rápido crecimiento apical (especies para producción de madera, Obj. b).
9. Que se autopoden y que en condiciones de crecimiento libre formen troncos rectos no bifurcados. (Solamente para especies del Obj. b).
10. Que las ramas y troncos no sean quebradizos.
11. Troncos y ramas libres de espinas, para facilitar el manejo.
12. Tolerancia a las podas repetidas (Obj. a solamente).
13. Que presenten una alta producción de biomasa el que se recircula a través de la caída de hojas y/o las podas. Que el material vegetal producido sea de fácil descomposición.
14. En el caso de los árboles deciduos, que rápidamente generen nuevas hojas para reestablecer las condiciones originales de sombra.
15. Que presenten hojas pequeñas, para evitar el efecto de coalescencia de las gotas de lluvia que causan daños por golpeteo.
16. Que no tengan efectos alelopáticos.
17. De corteza lisa que no permita hospedar epífitas.

18. Que no presenten propensión al ataque de enfermedades e insectos, que podrían ocasionalmente causar defoliaciones repentinas.
19. Que no sea un hospedero alternativo de insectos y patógenos, perjudiciales al cultivo.
20. Que produzcan madera, frutas o cualquier otro producto de valor comercial, por ejemplo: el hule en Hevea spp.
21. Las especies de sombra no deben tener la capacidad de reproducirse como malas hierbas, p.e. Ricinus communis y Leucaena leucocephala (en ciertas zonas).

ANEXO 4

ARBOLES DE SOMBRA COMUNES EN GUATEMALA

<u>NOMBRE TECNICO</u>	<u>NOMBRE COMUN</u>
<i>Inga fissiolyx</i>	Cuje
<i>Inga xalapensis</i>	Chalum
<i>Inga laurina</i>	Caspirol
<i>Inga paterna</i>	Paterna
<i>Inga sp.</i>	Cushin
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Pito
<i>Grevillea robusta</i>	Gravilea
<i>Gliricidia sepium</i>	Madrecacao
<i>Diphysa robinoides</i>	Guachipilín
<i>Terminalia orohata</i>	Volador
<i>Solarum balbisi</i>	Cornovaca
<i>Ricinus comunis</i>	Higuerillo
<i>Persea americana</i>	Aguacate
<i>Ficus sp.</i>	Amate
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Conacaste
<i>Rosadendron Donnell swith</i>	Palo blanco
<i>Pithecolobium saman</i>	Cenícero
<i>Artocarpus incisa</i>	Arbol de Pan
<i>Himenea cucbaril</i>	Guapinol
<i>Teobroma bicolor</i>	Pataxte
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel
<i>Alnus jorullensis</i>	Aliso ó Ilamo

BIBLIOGRAFIA

1. ALAVEZ L. SERGIO. 1981. Potrero: Cordia alliodora - Pennisetum merkeri, Práctica I visita de campo, Tcapa, Tabasco. In curso corto sobre investigación de técnicas agroforestales tradicionales. UNU-CATIE-CSAT. Tabasco, México. Dic. 1981. 4 p.
2. BEER, J. 1983. Arboles de sombra en cultivos perennes In curso corto Agroforestal, Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Enero 1983. 8 pp.
3. BUDOWSKI G. 1978. Sistemas Agro-silvo Pastoriles en los trópicos húmedos. Traducción al español por Manuel González Vale. Turrialba 1978, 29 pp.
4. FUENTES FLORES, RAUL. Sistemas Agrícolas de producción de café en México In taller sistemas agroforestales en América Latina. Turrialba, 1979. Actas, editado por G. de las Salas. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1979. 62, 63, 64, 67 pp.
5. SOMARRIBA E. 1981. Guayaba (Psidium guajaba) asociado con pasto. Dispersión de semillas y abastecimiento de forraje. In Curso sobre "Investigación de Técnicas Agroforestales tradicionales" UNU-CATIE-CSAT. Tabasco, México; Dic. 1981. 11 pp.