ulo de Enseñanza Agroforestal No.4

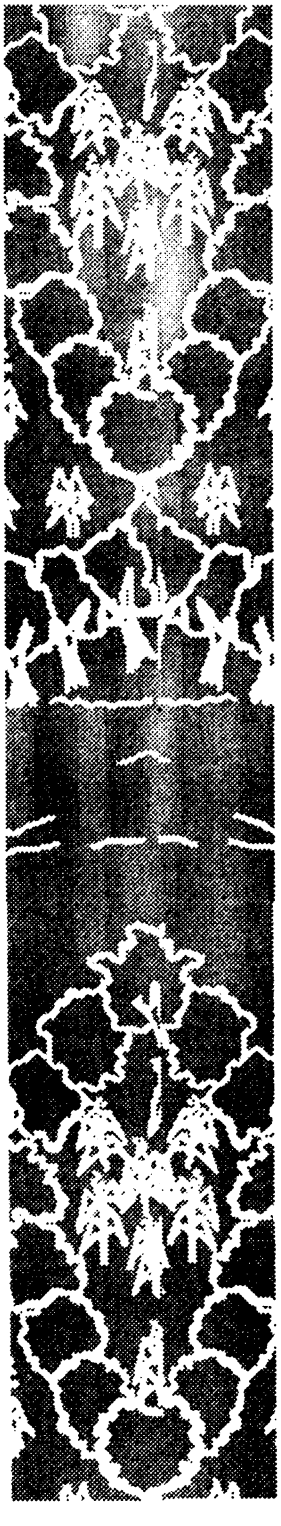
Sistemas Taungya

Andrea Schlönvoigt

CATIE

gtz

Materiales de Enseñanza No. 42



Colección Módulos de Enseñanza Agroforestal

Módulo de Enseñanza Agroforestal No. 4

SISTEMAS TAUNGYA

Andrea Schlönvoigt, Ph.D.
Area de Cuencas y Sistemas Agroforestales
CATIE

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA CATIE
Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ
Turrialba, Costa Rica
1998

El CATIE es una asociación civil, sin fines de lucro, autónoma, de carácter internacional, cuya misión es mejorar el bienestar de la humanidad, aplicando la investigación científica y la enseñanza de posgrado al desarrollo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. El Centro está integrado por miembros regulares y miembros adherentes. Entre los miembros regulares se encuentran: Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, República Dominicana, Venezuela y el Instituto de Cooperación para la Agricultura (IICA).

El Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ desarrolla actividades de investigación en el Trópico Húmedo Bajo de Costa Rica (Talamanca) y Panamá (Bocas del Toro) desde 1988. El esfuerzo está orientado al establecimiento de sistemas de generación y transferencia de tecnología agroforestal.

ISBN 9977-57-307-7

634.99
S345 Schlonvoigt, Andrea
Sistemas Taungya/Andrea Schlonvoigt.– Turrialba, C. R. : CATIE. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ, 1998.
116 p. ; 27 cm. -- (Materiales de Enseñanza/CATIE; no. 42)

ISBN 9977-57-307-7

1. Taungya 2. Sistemas agrosilviculturales I. CATIE
II. Título III. Serie

CONTENIDO

PRESENTACION

La degradación de los recursos naturales, base de los sistemas de producción agropecuaria y forestal, se ha convertido en una problemática prioritaria en Latinoamérica desde la década de los años 80. Parte del quehacer del CATIE, para enfrentar y solucionar dicha problemática, ha sido el diseño, la evaluación y la diseminación de sistemas mejorados de producción que incluyen ciencia y tecnología para conservar el ambiente.

Entre estas opciones, destaca la investigación, capacitación y enseñanza sobre sistemas agroforestales, área en la cual el CATIE ha logrado acumular una amplia experiencia y liderazgo regional por más de cuatro décadas. Con el fin de diseminar y proyectar las tecnologías y los conocimientos agroforestales generados en el CATIE, nos complace poner a disposición de capacitadores y docentes de la región, la Colección de Módulos de Enseñanza Agroforestal, la que es el resultado de un esfuerzo conjunto por parte del personal del Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ y el Area de Cuencas y Sistemas Agroforestales (ACSAF) de nuestra institución.

La Colección ha sido desarrollada con el fin de responder a la sentida necesidad regional de contar con material didáctico de alta calidad, sobre sistemas agroforestales, para utilizarlos en la capacitación y enseñanza de técnicos y estudiantes de carreras técnicas, en las universidades y escuelas técnicas Latinoamericanas.

La formación de recursos humanos, que tengan un impacto directo y duradero en sus países, es una acción prioritaria del CATIE. En este contexto, se espera que la Colección sea una herramienta importante para lograr un mejor entendimiento, y por ende, un uso más frecuente de la agroforestería por parte de capacitadores, docentes, estudiantes y técnicos de proyectos de desarrollo y de extensión.

A largo plazo, la Colección de Módulos de Enseñanza Agroforestal pretende lograr una mejor y más amplia diseminación y adopción de los sistemas agroforestales en Latinoamérica, en el contexto de las opciones sostenibles de producción agropecuaria y forestal. Dicha estrategia representa un ejemplo más de la visión del CATIE de "Producir conservando y conservar produciendo".

Rubén Guevara Moncada
Director General

PREFACIO

El Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ, gracias a la cooperación técnica Alemana, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, ha trabajado en investigación y enseñanza agroforestal, en Centroamérica, por más de una década. En su fase actual, el Proyecto se enfoca hacia la diseminación y transferencia del conocimiento agroforestal generado durante estos años. Para cumplir con este objetivo, creó la Colección de Módulos de Enseñanza Agroforestal, con lo cual busca promover y facilitar ampliamente la enseñanza agroforestal en la región Latinoamericana.

La elaboración de estos Módulos Agroforestales surge de la gran demanda que existe en la región, de materiales de alta calidad para la capacitación y la enseñanza en esta temática. Como respuesta a esta necesidad, el personal del Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ asumió la responsabilidad de coordinar la producción de la Colección en estrecha colaboración con el Area de Cuencas y Sistemas Agroforestales (ACSAF) del CATIE. Los autores de los diferentes Módulos de la Colección son, principalmente, personal del Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ y profesores/investigadores de ACSAF. Además, se incluyen contribuciones de otros reconocidos expertos regionales en el área agroforestal.

El trabajo en equipo de las instituciones y personal mencionados, ha dado fruto con la primera edición de la Colección. Esta edición será probada en toda la región para determinar sus fortalezas y debilidades y así poder producir ediciones ajustadas a la realidad cambiante. Esperamos que los capacitadores e instructores universitarios de la región, interesados en impartir la enseñanza agroforestal, la utilicen y nos dejen saber su opinión. Instamos a todos los usuarios y beneficiarios a brindarnos sus comentarios positivos, así como sus críticas constructivas, sobre esta primera edición. Con este proceso de retroalimentación esperamos incorporar las experiencias de los usuarios, para ajustar las ediciones futuras de acuerdo con sus necesidades.

Nos complace poner a la disposición de quienes trabajan en el manejo de los recursos naturales, esta primera edición de la Colección de Módulos de Enseñanza Agroforestal. Esperamos que su utilización redunde en una mayor conciencia y en una amplia diseminación de la importancia y utilidad de los sistemas agroforestales en el manejo sostenible de los recursos naturales del trópico Americano.

Turrialba, Costa Rica, octubre de 1998

Dr. Edgar Köpsell
Profesor Inv. Asistente
Líder, Proyecto Agroforestal
CATIE/GTZ

Dr. John Beer
Jefe, Area de Cuencas y
Sistemas Agroforestales, CATIE

Introducción a la Colección de Módulos de Enseñanza Agroforestal

OBJETIVOS

- Contribuir a la difusión de técnicas agroforestales en la Región Latinoamericana, mediante el conocimiento generado en el CATIE durante más de dos décadas.
- Responder a la necesidad de materiales didácticos de alta calidad sobre agroforestería.
- Lograr un mejor entendimiento de los sistemas agroforestales, desde una perspectiva agroecológica, económica y social.
- Proveer información básica (y en lo posible metodologías y herramientas), para fomentar la enseñanza, difusión e implementación de sistemas agroforestales.

GRUPOS META

Se pretende que los módulos sean utilizados por capacitadores nacionales para la formación del personal técnico de proyectos y programas de desarrollo y extensión. Además, se pueden emplear para la enseñanza universitaria.

Beneficiarios directos: Capacitadores/instructores y profesores universitarios que utilizarán los módulos como una herramienta para impartir enseñanza en agroforestería.

Beneficiarios indirectos: Todos aquellos que reciban la instrucción por parte de los beneficiarios directos causando así un efecto multiplicador:

- Técnicos de instituciones, ONG, proyectos y programas de desarrollo y extensión.
- Estudiantes universitarios [a nivel de pregrado y maestría].

CONTENIDO Y ESTRUCTURA GENERAL

Para cumplir con los objetivos de enseñanza de acuerdo con los grupos meta definidos, los Módulos contienen información sobre:

- Conceptos básicos: forman la base teórica y presentan una discusión de literatura científica y técnica. Sirven principalmente de instructor para aprender y/o profundizar sobre el tema, y para la enseñanza universitaria.
- Aplicaciones prácticas: contienen metodologías y consideraciones para la implementación de sistemas agroforestales en el campo. Además incluyen estudios de caso y ejemplos de aplicaciones.
- Apoyo didáctico: los módulos contienen textos y figuras para ser usados como acetatos o transparencias.

Guía del Módulo: Sistemas Taungya

DESCRIPCION GENERAL

El presente Módulo de Sistemas Taungya está organizado en dos secciones:

- Sección 1: Conceptos básicos [Tema 1-2].
- Sección 2: Estudios de caso [Tema 3-6].

El Tema 1 presenta el Módulo y da a conocer la historia y diseminación del sistema Taungya; el Tema 2 abarca los factores biofísicos y socioeconómicos a considerar para la planificación, el establecimiento, el manejo y el aprovechamiento de una plantación establecida mediante el sistema Taungya. El Tema 3 empieza con la presentación de los sistemas Taungya modificados, incluyendo aplicaciones de Taungya en Asia. El Tema 4 presenta experiencias en Africa. El Tema 5 abarca resultados de investigaciones recientes en este sistema en América Central. El Tema 6 presenta las conclusiones sobre las ventajas y desventajas del sistema Taungya. Los acetatos reflejan los contenidos más importantes de cada tema y sirven al expositor como guía para presentar el contenido.

Se recomienda ofrecer a los participantes una gira de campo para ver ejemplos de plantaciones Taungya, bancos de semillas forestales y viveros forestales, según su disponibilidad en cada país. Se puede incluir una práctica en dasometría para capacitar a los participantes en el monitoreo del crecimiento y la producción de una plantación. Además, se pueden incluir búsquedas bibliográficas si los participantes cuentan con la infraestructura adecuada [biblioteca]. El Anexo presenta posibles temas para búsquedas y tareas de evaluación.

Es importante tener en cuenta que los módulos forman una base general para impartir enseñanza sobre sistemas agroforestales. Sin embargo, es conveniente complementar la información contenida en los módulos con ejemplos y estudios de caso de los diferentes países en los cuales se utilicen. Además, los instructores deben tomarse el tiempo necesario para revisar el contenido del módulo y definir si es necesario utilizar todo el material que contiene o solo una parte. Las

secciones contenidas en el módulo ofrecen información de una amplia naturaleza, pero no será necesario impartirlo completo en todos los casos. Por ejemplo, algunas veces, tendrá más importancia la parte conceptual y otras, la parte aplicada, dependiendo del nivel académico e intereses de la audiencia que recibe la instrucción. En lugar de presentar el contenido completo por medio de los acetatos también se debe considerar el trabajo en grupo donde los participantes elaboran por ejemplo: criterios de selección de especies o el diseño de una plantación Taungya. Con base en estos criterios el instructor puede seleccionar el material adecuado para un grupo específico. Asimismo, donde se consideró importante se hizo referencia a otras publicaciones complementarias.

MATERIAL Y EQUIPO:

Proyector de transparencias

Transparencias del módulo

Pizarra

TIEMPO APROXIMADO:

Aula: Entre 3 y 4 horas de sesión en el aula

Gira: 1-2 días

Práctica: 1 día

Búsquedas bibliográficas y presentación: 3 días

Objetivos del Módulo: Sistemas Taungya

OBJETIVO GENERAL

Conocer y analizar los conceptos básicos del sistema Taungya, sus aplicaciones bajo diferentes condiciones biofísicas y socioeconómicas, su diseño y evaluación en condiciones específicas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Que los estudiantes puedan:

- Ubicar el sistema Taungya tradicional estatal y el sistema Taungya privado como herramienta de transformación del bosque en plantación forestal o como herramienta de reforestación y de desarrollo rural.
- Diseñar sistemas Taungya con base en los conocimientos que se tengan sobre los factores biofísicos y socioeconómicos de áreas seleccionadas.
- Adquirir conocimientos sobre sistemas Taungya en diferentes regiones del mundo, con el objetivo de ampliar su percepción y considerar modificaciones de Taungya exitosas bajo condiciones similares en otros países.
- Demostrar su capacidad en resumir y presentar información sobre un tema específico relacionado con los sistemas Taungya.

Sección 1

Conceptos Básicos

OBJETIVO GENERAL

Conocer y analizar el concepto del sistema Taungya.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Que los estudiantes:

- Conozcan el desarrollo histórico del sistema Taungya y sus vías de diseminación en el mundo.
- Puedan diseñar un sistema Taungya bajo condiciones específicas y determinar sus ventajas y desventajas.

PRACTICAS RECOMENDADAS

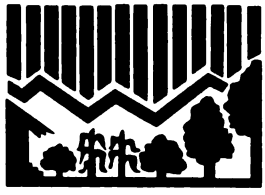
1. Gira a un vivero forestal [Rojas, 1993. Viveros forestales. Manual práctico sobre viveros forestales].
2. Práctica de dasometría [Ugalde , 1981. Conceptos básicos de dasometría].
3. Poda y raleo de árboles maderables. [Galloway, 1993. Manejo de plantaciones forestales].

MATERIAL Y EQUIPO:

- Proyector de transparencias
- Transparencias del módulo
- Pizarra

TIEMPO APROXIMADO:

- Aula: Entre 2 a 3 horas de sesión en el aula.
- Práctica: 1 día en campo y aula
- Giras: 1 a 2 días



Tema 1

El Sistema Taungya: historia y desarrollo

Originalmente, el término Taungya se utilizó para el sistema de tumba y quema realizado por la población de las montañas en Birmania, hoy Myanmar [Lamprecht, 1990]. En 1855, el botánico alemán, Dr. Dietrich Brandis, fue asignado por el servicio colonial británico para organizar la implementación y el manejo de las plantaciones de teca [*Tectona grandis*]. Cuando llegó, se enfrentó con el problema de que la tumba y quema perjudicaba demasiado las reservas forestales. Con base en su experiencia con el sistema alemán llamado Waldfeldbau [Alemán: Wald = bosque, Feldbau = cultivos] y con la colaboración de los técnicos nacionales birmaneses, desarrolló el sistema Taungya como un sistema de transformación de un bosque a una plantación forestal, y lo introdujo en la provincia de Pegu, a partir de 1856. **[Acetato 1]**.

El sistema funcionó de la siguiente manera: los pequeños productores de arroz [*Oryza sativa*] que no tenían terrenos propios, recibían del Departamento Forestal el derecho de talar un lote de bosque natural para sembrar el arroz bajo el método tradicional de tala y quema. Al momento de sembrar el arroz tenían la obligación de sembrar árboles de teca a una distancia de 1,8 m. El Departamento Forestal permitía la siembra de arroz por dos años consecutivos en el lote. Después, el productor recibía otro lote para iniciar otra plantación de teca. Por el establecimiento exitoso de un lote de teca el productor recibía un premio financiero. Además, podía generar ingresos adicionales como obrero forestal, limpiando, raleando y cosechando en plantaciones establecidas [Brandis, 1884] **[Acetato 2]**.

El sistema Taungya tradicional, que también se denomina como sistema Taungya original o Taungya estatal, funcionó solo cuando hubo demanda por terrenos agrícolas. Si el terreno no estaba limitado para vivir de la agricultura migratoria, los productores no estaban dispuestos a trabajar para el Departamento Forestal. Por esa razón, en Birmania, parte de los bosques se declararon como reserva forestal permanente, impidiendo el acceso de los agricultores. Así, los productores tuvieron que aceptar los contratos con el Departamento Forestal. La implementación del sistema Taungya tradicional requería terrenos de buena calidad para altos rendimientos forestales y agrícolas. Por ese motivo, en el Taungya tradicional existía siempre el peligro de que los agricultores se negaran a abandonar el terreno después de dos años, si los rendimientos agrícolas todavía eran buenos.

Los beneficios del sistema Taungya tradicional se dirigieron casi exclusivamente al Departamento Forestal. El sistema de agricultura migratoria que aplicaba la tala y quema, se convirtió en una herramienta de transformación de bosques en plantaciones forestales [Lamprecht, 1990]. Los costos para el establecimiento de plantaciones forestales bajaron notablemente. En rotaciones a largo plazo, como en el caso de teca [80 años], el sistema fue

sostenible en cuanto a la acumulación de nutrientes en el suelo. Además, la selección de sitios por el Departamento Forestal impidió el manejo de suelos no aptos para el sistema de tala y quema. La ventaja para los agricultores migratorios fue que ellos pudieron generar algunos ingresos adicionales por labores extras y tener acceso a servicios sociales y comunales **[Acetato 3]**.

El sistema tradicional de Birmania tuvo la desventaja de que las plantaciones generadas fueron monocultivos, con las consecuencias ecológicas que eso implica. Además, varias desventajas del sistema recayeron sobre los agricultores. Estos tuvieron que trabajar más debido al cuidado de los árboles. La cosecha agrícola fue menor debido a la competencia con los árboles. Los premios financieros no siempre compensaron las desventajas. El sistema tradicional se aprovechó del bajo estándar de vida de la población y la gran oferta de mano de obra, para implementar las plantaciones de teca con bajos insumos. El productor perdió su libertad, que en realidad era todo lo que tenía. Por estas razones, el sistema Taungya tradicional también fue visto como un residuo del colonialismo [Lamprecht, 1990] **[Acetato 4]**.

El sistema Taungya se llevó primero de Birmania a otras colonias inglesas y europeas en Asia. De Asia el servicio colonial británico lo introdujo en Africa. Solamente unos pocos países que anteriormente fueron colonias francesas adoptaron también el sistema **[Acetato 5]**. Con la difusión a otros países el sistema también recibió otros nombres y además algunas modificaciones [King 1968] **[Acetato 6]**. La Sección 2 de este módulo presentará algunos ejemplos de estos sistemas.

A pesar de que se realizaron varios estudios sobre el sistema Taungya en América Central desde los años 60 [varios de estos por CATIE: Aguirre, 1963; Aguirre, 1977; Fernández, 1978; Magne, 1979; Muñoz, 1975; Schlönvoigt, 1993; Lucas *et al.*, 1995; Platen, 1996], el sistema todavía no ha sido adoptado notablemente en esta región. Los ingleses implementaron algunas plantaciones en Trinidad y Honduras [Lamprecht, 1990]. Durante los últimos años se ha notado más interés en el sistema Taungya como herramienta de reforestación de áreas deforestadas, a las cuales las organizaciones nacionales e internacionales están poniendo mucha atención con el objetivo de recuperar estas áreas.

Resumiendo lo anterior, el sistema Taungya originalmente se desarrolló para la transformación de bosques naturales en plantaciones forestales aprovechando la mano de obra barata de los agricultores migratorios [1 a 2 millones de hectáreas en el Sureste de Asia, un millón en Africa; Lamprecht, 1990]. Cuando se cosecha la madera y se plantan nuevamente árboles, temporalmente asociados con cultivos anuales [uno a tres años], se entra a un sistema agrosilvicultural secuencial que combina temporalmente la producción de madera con la producción de cultivos anuales en el mismo terreno **[Acetato 7]**. El componente "agro" está representado por el cultivo anual, y el componente "silvi", por el componente forestal. Las labores culturales las realiza el agricultor **[Acetato 8]**.

Hoy en día se entiende bajo el nombre Taungya generalmente los sistemas agroforestales que asocian plantaciones forestales con cultivos anuales. La discusión sobre qué se considera como un sistema Taungya fue abordada por varios autores. Combe y Budowski [1978] enfocan los siguientes elementos **[Acetato 9]**:

1. El producto principal es la madera.

2. La combinación de agricultura y forestería es temporal.

3. La distribución espacial es regular [en general, en hileras].

Los cultivos agrícolas permitidos en el sistema Taungya, son otro criterio de caracterización. Tradicionalmente, se cultivaban granos básicos en las plantaciones forestales. No se permitían raíces y tubérculos para evitar daños en el sistema radical de los árboles. Hoy día todavía dominan los granos básicos, pero también se están incluyendo otros cultivos anuales como raíces, tubérculos y hortalizas. Autores como Beer *et al.* [1994], consideran que la combinación temporal de árboles con cultivos perennes o con cultivos forrajeros no pertenece al concepto Taungya, sino al "sistema agrosilvicultural permanente".

La mayoría de los autores están de acuerdo con la clasificación de Combe y Budowski [1978]. En cuanto a los aspectos socioeconómicos todavía no hay claridad absoluta. Wanyeki [1980] utiliza el término para un sistema donde el agricultor trabaja en una plantación forestal como obrero por sueldo. Hofstadt [1978, cit. por Hout, 1983] acepta el término Taungya solamente cuando el agricultor trabaja sin sueldo pero recibe todos los ingresos obtenidos por el consumo o la venta de los cultivos. Olawoye [1975] no diferencia entre estos dos conceptos del sistema "Taungya" **[Acetato 10]**.

Beer *et al.* [1994] distinguen entre Taungya estatal y Taungya privado. El Taungya estatal es cuando el Estado controla el manejo del sistema en terrenos extensos, con la participación de la población rural, mientras que Taungya privado se realiza en terrenos propios del productor donde se supone que él es el dueño, tanto de los árboles, como de los cultivos. El tema 2 de este módulo presenta conceptos más específicos para el sistema Taungya privado.

El asocio temporal de plantaciones forestales con cultivos anuales se presta para la implementación de plantaciones forestales para la producción de madera de aserrío, pulpa, postes, leña o plantaciones mixtas para protección. La producción de leña y postes a altas densidades, en asocio con cultivos anuales, presenta un sistema que en América Central también se considera como un barbecho mejorado.

Historia del sistema Taungya en Birmania

- Productores en las montañas de Birmania utilizan el sistema de tumba y quema llamado Taungya

- En 1855: asignación del botánico alemán, Dr. Dietrich Brandis al servicio colonial británico para organizar el manejo de las plantaciones de *Tectona grandis.*

- Brandis desarrolló el sistema Taungya como un sistema de transformación de un bosque en una plantación de *T. grandis* y en 1856 lo introdujo en la Provincia de Pegu.

El sistema Taungya en Birmania

Situación inicial:

- Los productores de arroz sin terrenos propios practican la agricultura migratoria. Perjudican reservas forestales. Algunos enfrentan juicios ante la corte por talar el bosque sin permiso.

- El Departamento Forestal establece reforestaciones con teca en terrenos propios pero con limitación de mano de obra.

Solución:

El Departamento Forestal asigna una parcela a cada uno de los productores interesados en limpiar el terreno, sembrar sus cultivos y árboles de teca. Después de dos años el agricultor abandona esta parcela por otra, donde inicia nuevamente el mismo trabajo. Por el establecimiento exitoso de una plantación, el agricultor recibe un premio del Departamento Forestal. Además, puede trabajar como obrero forestal en parcelas establecidas.

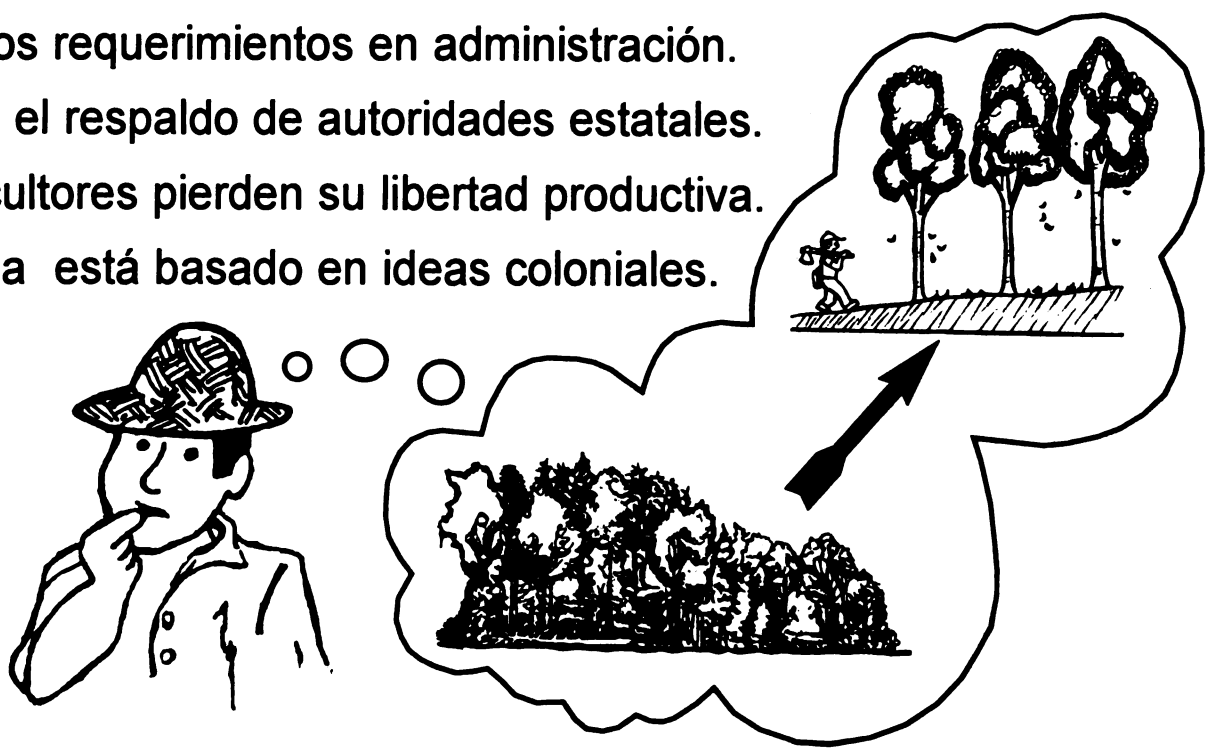
Beneficios del sistema Taungya original

- Estabilización de la agricultura migratoria.
- Establecimiento de plantaciones forestales a menor costo.
- Ingresos del agricultor: mayores en Taungya que para un agricultor migratorio, por ofertas de trabajo en las plantaciones forestales establecidas.
- Acceso a servicios sociales y comunales (salud, educación, iglesias, etc.).
- En regiones con alta demanda por terrenos agrícolas, a veces, el Sistema Taungya es la única posibilidad de producción de alimentos.

Sección 1
Tema 1
Acetato 3

Desventajas del sistema Taungya original

- Las plantaciones puras reemplazan bosques mixtos.
- El sistema depende de la pobreza rural, no se busca aliviarla fuertemente para asegurar mano de obra barata.
- La alta presión demográfica no permite rotaciones muy largas.
- Hay competencia con agricultura en suelos agrícolas.
- Algunos agricultores dañan los árboles para prolongar la fase mixta.
- Tiene altos requerimientos en administración.
- Requiere el respaldo de autoridades estatales.
- Los agricultores pierden su libertad productiva.
- El sistema está basado en ideas coloniales.



Sección 1
Tema 1
Acetato 5

Diseminación del sistema Taungya

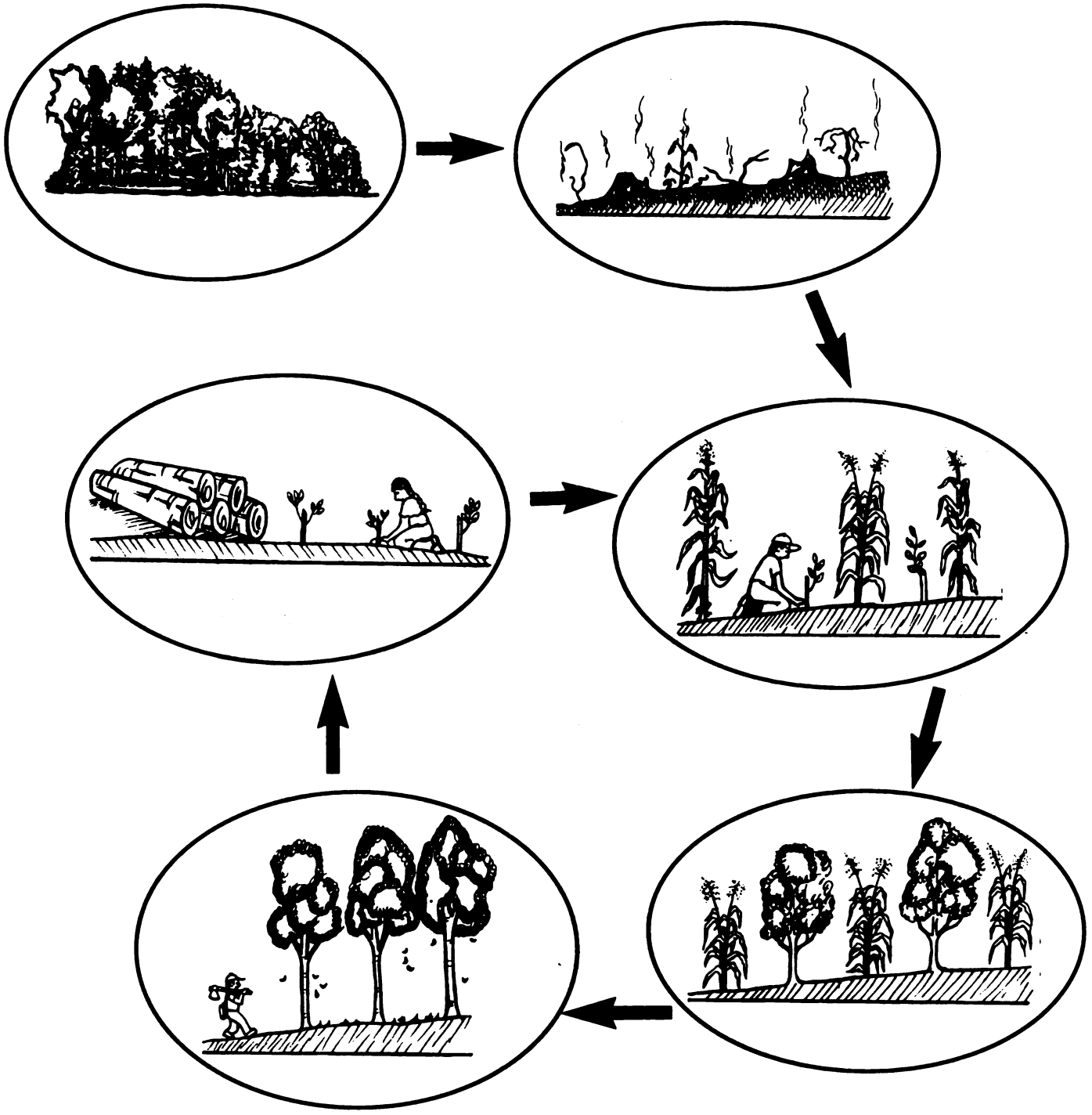
Sinónimos para el sistema agrosilvicultural Taungya según países

País	Nombre
Alemania	Baumfeldwirtschaft, Brandwirtschaft, Waldfeldbau
Brasil	Consorciacão
Francia	Culture sylvicole et agricole combinée, cultures intercalaires,méthode sylvo-agricole, systeme sylvo-bananier, plantain sur culture
Holanda	Bosakkerbouw
India	Dhya, jhooming, kumri, ponam, taila, tuckle
Indonesia	Tumpangsari
Jamaica	Agricultural contractors system
Kenia	Shamba system, squatter planting
Libia	Thamil
Malasia	Ladang
Filipinas	Kaingining
Puerto Rico	Sistema parcelero
Sri Lanka	Chena
Tanzania	Licensed cultivator system
Tailandia	Forest village system

Fuente: King, 1968.

Sección 1
Tema 1
Acetato 7

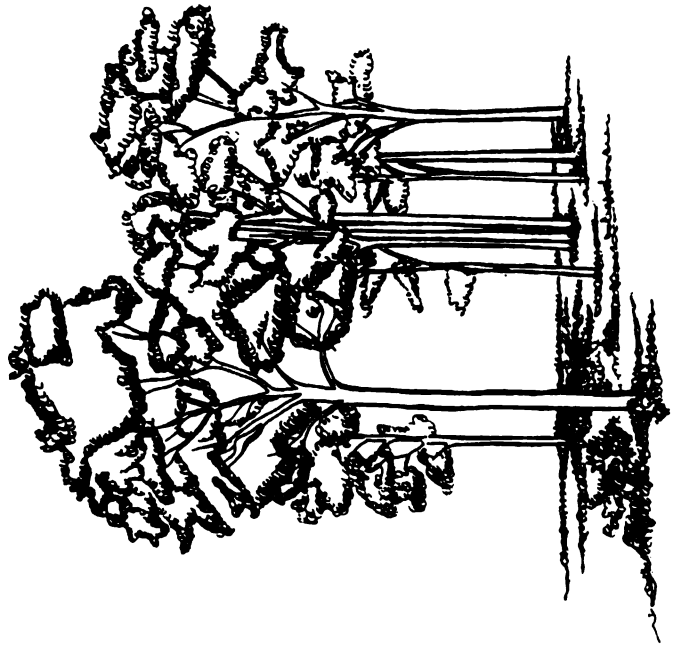
Taungya: un sistema agroforestal secuencial



Taungya: un sistema agroforestal agro-silvi-cultural

Agro

Silvi



Cultural

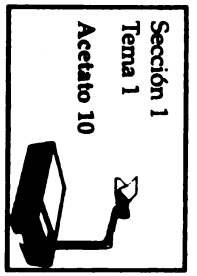
Caracterización biofísica del sistema Taungya

Combe y Budowski (1978):

- La producción principal es la madera.
- La combinación de agricultura y forestería es temporal.
- La distribución espacial es regular (generalmente en hileras).

Beer *et al.* (1994):

- Taungya excluye la asociación de plantaciones forestales con cultivos perennes o forrajeros.



Caracterización socioeconómica del sistema Taungya

Wanyeki (1980):

- El agricultor trabaja por sueldo.
- No le asignan ningún terreno.
- No tiene ningún derecho sobre la producción agrícola/forestal.

Hofstadt (1978):

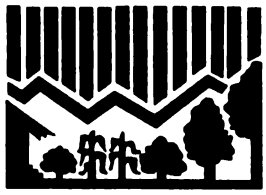
- El término Taungya solamente se presta para el sistema original.

Olawoye (1975):

- Taungya incluye al agricultor que trabaja en la finca, como al que produce por si mismo en un terreno prestado.

Beer *et al.* (1994):

- Se puede distinguir entre Taungya estatal, cuando el Estado controla el manejo del sistema en terrenos extensos, con la participación de la población rural y Taungya privado, que se realiza en terrenos privados, donde el productor es dueño tanto de los árboles como de los cultivos.



TEMA 2

Consideraciones para el establecimiento y manejo de un sistema Taungya

INTRODUCCION

Cuando se decide establecer una plantación forestal bajo el sistema Taungya hay que considerar varios factores que pueden decidir sobre el grado de éxito de la plantación. Este tema analiza la importancia e implicaciones que tiene el objetivo de la plantación, las características del sitio, la selección de la especie forestal y la especie agrícola, sobre la planificación, el establecimiento, el manejo y el aprovechamiento de una plantación Taungya.

EL OBJETIVO DE LA PLANTACION FORESTAL CON TAUNGYA

En Asia y Africa los departamentos forestales aprovechan el sistema Taungya estatal, más que todo, para la implementación de plantaciones forestales estatales para la producción de madera de aserrío a bajos insumos, y con el objetivo de estabilizar la agricultura migratoria [p.ej. los pueblos forestales en Tailandia]. La implementación del Taungya estatal depende principalmente de familias rurales, que no tienen acceso libre a terrenos de producción y que están dispuestos a trabajar bajo las condiciones ofrecidas por el departamento forestal. Según la FAO [1984] el estándar de vida del productor que practica el sistema Taungya puede ser más elevado comparado con el productor migratorio, pero menor comparado con el productor intensivo y permanente. Los esquemas para el desarrollo del sistema no se dirigen primeramente a satisfacer las necesidades sociales y económicas de la población rural, aunque para un desarrollo sostenible hay que considerar estos factores [FAO, 1984]. El sistema Taungya conocido como Forest Village System [pueblos forestales] que se presenta en la Sección 2 como sistema Taungya modificado, es un sistema que da una mayor consideración a estos factores. Este sistema pretende estabilizar la población en asentamientos, aumentar las fuentes de ingresos adicionales y asegurar servicios sociales como escuelas, hospitales y centros de comunicación.

En América Central domina el Sistema Taungya privado, porque se aprovecha el sistema para reforestar terrenos que se encuentran generalmente en fincas grandes o medianas de propiedad privada, con el objetivo de producir madera para aserrío, leña, árboles de sombra, etc. La atracción del sistema consiste en la reducción de los costos iniciales de la plantación [Aguirre, 1963; Platen, 1996]. Se pueden distinguir entre tres tipos de Taungya privado, caracterizados por los recursos del dueño de la finca que deciden sobre el manejo de la plantación y la distribución de derechos y obligaciones de los participantes **[Acetato 1]:**

Tipo 1: Las fincas con terrenos grandes o medianos para reforestar adoptan la mayor parte del sistema tradicional, ya que permiten que los obreros o familias vecinas de su finca, cultiven ciertas especies agrícolas entre las hileras de los árboles para el consumo propio o para la venta. De esta manera, el dueño tiene bajos insumos en el manejo de la plantación, mientras que los obreros de la finca o vecinos con poco terreno tienen campo para producir alimentos o generar ingresos adicionales.

Tipo 2: Otras fincas grandes o medianas que emplean obreros para realizar los trabajos de campo como la preparación del terreno, siembra de árboles y cultivos, manejo de la plantación y cosecha. En este caso, los productos agrícolas y forestales pertenecen al dueño de la finca. En fincas medianas el mismo agricultor y/o sus familiares, a veces con el apoyo de mano de obra externa, puede manejar la plantación.

Tipo 3: Fincas pequeñas donde el productor establece una pequeña plantación, muchas veces con el objetivo de producir leña o establecer la sombra para un cultivo perenne. En este caso el agricultor maneja el terreno y recibe todos los beneficios.

Para aumentar la producción agrícola sin perjudicar la producción de madera para tablas [eventualmente para postes grandes o pulpa], las densidades menores de la especie forestal pueden tener un efecto positivo sobre la rentabilidad del establecimiento de una plantación forestal. Además, los costos del establecimiento se reducen exponencialmente con la ampliación de los espacios entre árboles [Vanselov,1950]. Sin tomar en cuenta los ingresos de los cultivos, esto se debe al menor uso de insumos para la siembra y el manejo de los árboles [menos plantas, fertilizantes, raleos, podas, etc.]. Sin embargo, la selección de árboles futuros tiene que ser más cuidadosa, ya que hay menos árboles disponibles para ralear y los defectos en éstos pueden ser mayores. La siembra de los árboles a distancias amplias entre hileras [6 m] y a una alta densidad en las hileras [1 m], reduce los defectos en los árboles, porque crecen de manera similar a plantaciones de alta densidad [Hout, 1983]. Los ingresos de productos obtenidos de los raleos son menores en comparación con plantaciones con altas densidades, pero también se reducen los insumos para realizar los raleos. Además, en el caso del sistema Taungya deben incluirse las ganancias de la producción agrícola. Según Hout [1983], esta modificación beneficia a la producción agrícola sin perjudicar los ingresos de la parte forestal. En el oeste de Bengala, la teca fue estudiada bajo diferentes densidades, resultando que la producción agrícola aumentó con menos árboles por hectárea, mientras que los árboles alcanzaron diámetros mayores [Lahiri, 1989]. No se observaron efectos negativos sobre la ramificación de los árboles, que es un aspecto importante para la calidad de la madera producida. Si el objetivo de la producción forestal es leña, se pueden plantar los árboles a densidades altas, sembrando uno o dos cultivos asociados, durante la fase de establecimiento. Después de 5 a 10 años ya se repite el ciclo nuevamente.

LA PREPARACION DEL SITIO

El sitio biofísico está determinado por factores como el clima, la geología, la fertilidad y textura del suelo, la vegetación, el manejo y uso anterior del suelo [p.ej. pasto degradado, bosque secundario, plantación agrícola]. Según las condiciones del sitio se decide sobre el sistema de uso del suelo como agricultura, forestería o protección [**Acetato 2**].

La preparación del terreno para la siembra de un sistema Taungya depende de los recursos del dueño y de las condiciones del sitio. Se aplica por ejemplo la tala con y sin quema, la aplicación de herbicidas, el manejo mecánico o manual del suelo. Los suelos compactados con poca pendiente, p.ej. pastos degradados, se pueden arar para romper el horizonte compactado y facilitar el enraizamiento de los árboles.

La baja fertilidad de muchos suelos tropicales se puede mejorar con fertilizantes minerales, orgánicos o coberturas vivas. En el sistema Taungya se observa que los árboles aprovechan los fertilizantes que se aplican a los cultivos, resultando en mayores tasas de crecimiento comparado con plantaciones puras [Lucas *et al.*, 1995]. Además, el manejo del suelo aplicado al momento de convertir un terreno en una plantación forestal y el período de rotación de madera, son factores que afectan la fertilidad del suelo a largo plazo.

SELECCION Y SIEMBRA DE LA ESPECIE FORESTAL

Cuando está identificado el terreno por reforestar, además del objetivo de la producción de la plantación, la fertilidad, el drenaje, la profundidad del suelo y el clima son los factores más importantes que determinan la selección de las especies forestales y agrícolas por sembrar. En general, las especies maderables adaptadas para crecer en plantaciones forestales, son aquellas con alta tolerancia a las condiciones de pleno sol. Los árboles deben tener, preferiblemente, un crecimiento inicial rápido, un fuste recto con poca ramificación, autopoda y una copa estrecha. En plantaciones maderables puras se plantan los árboles a densidades altas [1 m x 1 m hasta 3 m x 3 m o más], según el objetivo de la producción [leña, postes, pulpa, tablas, protección] y los requerimientos de la especie para favorecer la formación del fuste y la autopoda y para garantizar el número mínimo de producción de árboles futuros con las características deseables. En el sistema Taungya se pueden considerar distancias de siembra más amplias para favorecer el cultivo agrícola. Los productos de los raleos se pueden utilizar como leña, postes y en la producción de madera para aserrío. Entre las especies preferidas están, por ejemplo, *Cordia alliodora, Cedrela odorata, Eucalyptus deglupta, E. robusta, Gmelina arborea, Terminalia ivorensis, Tectona grandis, Pinus radiata, Araucaria angustifolia, Cupressus macrocarpa* y *Cupressus sempervirens* [**Acetato 3**].

En pendientes fuertes se prefieren especies forestales con crecimiento profundo de raíces y/o intercalar coberturas o barreras vivas o muertas, para controlar la erosión del suelo. Bajo estas condiciones, se recomienda además, ninguna labranza o labranza mínima del suelo.

En sitios donde predominan los vientos fuertes también hay que dar preferencia a especies resistentes a este estrés ambiental. Las especies forestales con un sistema radical profundo, madera de alta densidad y copas pequeñas y abiertas están más adaptadas a estas condiciones.

La especie más utilizada en el Sistema Taungya, sobre todo en Asia, ha sido teca [*Tectona grandis*]. Según Hout [1983; resumiendo la información presentada por Boerboom, 1979; FAO, 1957] la especie es muy tolerante con respecto al clima y fácil de regenerar [siembra directa, seudoestaca o bolsa]. Hasta el año 5 obtiene sus incrementos máximos en crecimiento. El incremento medio anual en este tiempo alcanza de 5 a 10 m^3/ha/año. La madera es de alta calidad, sin embargo, su uso en el sistema Taungya tiene limitaciones fuertes. El enraizamiento de esa especie es muy superficial, lo que puede limitar la asociación con raíces y tubérculos [daños del sistema radical de teca pueden abrir el camino para patógenos secundarios, razón por la cual el Taungya estatal no permite estos cultivos en muchos países] y generar competencia entre raíces de teca y cualquier especie agrícola. La alta demanda por luz inhibe además la combinación con cultivos altos o con copas densas [p.e. de la familia Musaceae] **[Acetato 4]**. En un Taungya privado en Costa Rica, en la finca La Tite en San Carlos, se asociaron *T. grandis* con *Manihot esculenta* [yuca] y *Zingiber officinale* [jengibre]. Ahí no se observaron efectos negativos relacionados con los cultivos después del primer año [A. Rodríguez, 1998, comunicación personal].

La adaptación de las especies forestales a la asociación con cultivos agrícolas es variable. En Panamá se realizó un estudio con diversas especies forestales en asociación con diferentes especies gramíneas, sobre todo maíz [*Zea mays*] y arroz [*Oryza sativa*]. Después de un año *Gmelina arborea* y *Acacia mangium* mostraron una tasa de sobrevivencia entre 99% y 100% [Facultad de Ciencias Agropecuarias, 1995]. *Swietenia macrophylla* tuvo una sobrevivencia del 100% en asociación con cultivos de la familia *Cucurbitaceae* como primer cultivo y 83% en asociación con arroz **[Acetatos 5 y 6]**. En una finca en Chiriquí, Panamá, se observó que *S. macrophylla* en asociación con *Cajanus cajan* [aprox. 10.000 plantas por hectárea], después de año y medio no estaba atacado por *Hypsipyla* mientras en plantación pura causó daños [comunicación personal del agricultor]. En la zona norte de Costa Rica se observaron ataques menores de *Hypsipyla* en plantaciones mixtas de *Cedrela odorata* con *Cordia alliodora* [ACEEFN, 1992]. El control de esta plaga aún representa el mayor problema en la producción de madera de calidad en plantaciones de meliáceas.

El manejo del sistema Taungya es tan importante como la selección de las especies mejor adaptadas a las condiciones del sitio. En Malasia, se realizó un estudio sobre el sistema Taungya con diferentes especies maderables [Mohd *et al.*, 1972], donde se notó que bajo este sistema las especies tenían una variabilidad muy alta entre sitios, en cuanto a sobrevivencia y crecimiento en altura. Como causas de este efecto se nombran: la topografía, el clima, el manejo del suelo, el cuidado del agricultor, el período de siembra y el material vegetal.

El establecimiento de plantaciones de árboles en espacios amplios, con el objetivo de au-

mentar la producción agrícola, puede tener efectos negativos sobre la forma del fuste, la ramificación y la calidad de la madera de *Tectona grandis*, mientras que la producción de volumen por árbol se incrementa [Hart, 1928; citado por Hout, 1983]. La siembra en espacios amplios, con una distribución homogénea sobre el terreno, afecta más la calidad de la madera y la forma del fuste que la siembra en espacios amplios con una distribución acumulada, es decir, se aumenta el espacio entre hileras con altas densidades dentro de las hileras [Hout, 1983]. El segundo diseño tiene la ventaja de ofrecer más espacio para sembrar cultivos y mantener una cifra mayor de árboles, lo cual permite una mejor selección de los árboles futuros. El **Acetato 7** presenta la información general sobre el efecto de dos tipos de densidades de los árboles [alta y baja] sobre algunas variables de crecimiento de los árboles.

La distancia entre árbol y cultivo afecta el crecimiento y desarrollo de la especie forestal. En suelos medianamente fértiles, las especies forestales como *Eucalyptus deglupta*, que bajo estas condiciones están compitiendo con los cultivos agrícolas por luz [p.ej. en asociación con maíz], pueden sembrarse a espaciamientos amplios entre los árboles [3 m x 6 m hasta 6 m x 6 m] y distancias muy reducidas de 40 a 50 cm entre cultivo y árbol [Schlönvoigt, 1993]. En suelos aluviales, durante el primer ciclo del maíz, este arreglo no tiene efectos negativos sobre el crecimiento del árbol, ni el rendimiento del cultivo comparado con el monocultivo respectivo. Cuando los árboles crecen más altos que el maíz empiezan a afectar el desarrollo y rendimiento del cultivo [Schlönvoigt, 1993]. Se recomienda controlar esta competencia con podas de las ramas bajas y aumentar la distancia entre árboles y cultivos. Por otro lado, una especie de crecimiento menos rápido como *Cordia alliodora*, requiere distancias mayores entre los árboles y el maíz [100 cm], para evitar que se afecte negativamente el crecimiento del árbol [Schlönvoigt, 1993].

Algunas especies forestales provocan efectos alelopáticos sobre los cultivos, lo que puede resultar en una acumulación de productos tóxicos en el suelo. Estos tóxicos provienen de las raíces de las especies forestales o son extraídos de las hojas por las lluvias o por descomposición. El efecto en el cultivo es un crecimiento reducido o la muerte. En caso de efectos alelopáticos conocidos hay que considerarlo en la selección de las especies agrícolas y/o forestales.

LA SELECCION DE LA ESPECIE AGRICOLA

En el sistema Taungya estatal y el Taungya privado Tipo 1, la selección de las especies agrícolas está limitada a lo que permite el contrato entre el dueño del terreno y el agricultor. Las especies forestales que se siembran en plantaciones tienen una alta demanda por luz y son de rápido crecimiento. Por eso, se requieren especies agrícolas que ejercen poca competencia, tanto en el espacio subterráneo como en el aéreo y mejor sí pueden tolerar un poco de sombra [p.e. frijoles, maní, soya, maíz y arroz]. El crecimiento de las raíces y los tubérculos puede perjudicar el enraizamiento de los árboles, mientras que la cosecha de los productos agrícolas, puede dañar las raíces de los árboles, abriendo la brecha para infecciones de

patógenos, que podrían hasta matar a los árboles. En pendientes fuertes el manejo intensivo del suelo que se realiza para la cosecha de raíces y tubérculos puede favorecer la erosión. Por eso, en Taungya estatal o está prohibido sembrar estos cultivos, o hay que mantener distancias muy elevadas entre los árboles y los cultivos [> 100 cm] **[Acetato 8].**

En el sistema Taungya privado Tipo 2 ó 3, la selección de los cultivos que el agricultor quiere asociar con los árboles depende de él mismo. Si el enfoque es en la producción rápida de madera, él seguirá la misma estrategia que el Taungya estatal o Taungya privado Tipo 1. Si no le importa afectar el crecimiento inicial de la madera, el agricultor puede seleccionar especies de cultivos que hasta retrasan un poco el crecimiento de los árboles, especialmente cuando solamente hay mercado para estos cultivos.

Hasta la fecha, en el sistema Taungya en general, predominan los cultivos de granos básicos, más que todo por su fácil manejo, pero se podría pensar también en intercalar otros cultivos con demandas más altas de manejo, como el tomate [*Lycopersicon esculentum*] o el chile [*Capsicum annuum*], que tienen alta demanda por luz durante el primer año, seguido por frijoles en el segundo año [tolerante a poca sombra]. Estos cultivos necesitan un manejo intensivo, pero normalmente obtienen buenos precios en los mercados. En América Central los productores utilizan estos cultivos para intercalarlos con café durante la fase de establecimiento o regeneración. En suelos aptos para estos cultivos, los mismos pueden tener un potencial para generar ingresos adicionales en plantaciones forestales. En Costa Rica se obtuvo buenos resultados con *Zingiber officinale* [Lucas *et al.*, 1995; Platen, 1996; Finca La Tite, comunicación personal]. Como ventaja de *Manihot esculenta* se menciona en San Carlos de Costa Rica, que se pueden dejar las raíces maduras en el suelo hasta que los precios del mercado sean buenos, es decir, no hay que cosechar a punto como en el caso del jengibre. En Indonesia, son frecuentes las plantaciones de *Pinus merkusii* en asociación con repollo [*Brassica oleracea* var. *capitata*], cebolla [*Allium cepa*], papa [*Solanum tuberosum*] y otras hortalizas. Auque existe el problema que bajo el sistema Taungya estatal los agricultores generalmente realizan podas muy fuertes a los árboles a favor de estos cultivos, lo que produce tallos deformados y crecimientos reducidos de los árboles [Jordan *et al.*, 1992].

¿COMO ESTABLECER UNA PLANTACION TAUNGYA?

En resumen, el objetivo de la producción, los recursos del reforestador, las condiciones del sitio, el clima, los requerimientos de las especies forestales y agrícolas, son factores importantes que influyen sobre el establecimiento, manejo y aprovechamiento de un sistema Taungya [para información más detallada se recomienda la publicación "Plantation Forestry in the Tropics" de Evans, 1992].

Para establecer exitosamente un sistema Taungya en la finca, se deben seguir los siguientes pasos [en vez de presentar los acetatos 9-12 se puede elaborar el contenido de este tema con los participantes, formando grupos y con una presentación de los resultados por cada grupo]:

Fase I: Planificación **[Acetato 9]**

1. Estudio de las condiciones del sitio [suelo, clima, drenaje, acceso, vegetación, causas de deforestación, disponibilidad de mano de obra, etc.].
2. Estudio del mercado de madera [demanda futura, desarrollo de los precios, plan nacional del sector forestal, incentivos, etc.] y de cultivos [especies para autoconsumo o comercialización, demanda del mercado, etc.].
3. Selección de especies adaptadas a las condiciones del sitio con características deseadas del mercado futuro, compatibilidad de especies, disponibilidad de semilla, etc.].
4. Revisión de los recursos financieros y humanos disponibles de la finca.
5. Evaluación preliminar de los insumos y ganancias potenciales.
6. Establecimiento de contrato o convenio entre diferentes actores.

Fase II: Establecimiento **[Acetato 10]**

1. Establecer el vivero forestal con suficiente anticipación si no se consigue el material para la propagación de un vivero comercial. Para profundizar la parte práctica del tema se recomienda la publicación "Viveros Forestales, Manual práctico sobre Viveros Forestales" de Rojas [1993].
2. Preparación del terreno al inicio de la estación seca [manual, química, maquinaria].
3. Marcación de las distancias para la siembra de los árboles [espaciamiento depende del objetivo del productor y del reglamento del plan forestal para incentivos].
4. Preparación de los hoyos con pala y/o macana al final de la estación seca, si la siembra no es mecanizada.
5. Siembra de los árboles y cultivos al inicio de la estación lluviosa.
6. Espaciamiento de los cultivos y distancia entre árbol-cultivo, dependiendo de las características de ambas especies [tolerancia a competencia por luz, agua y nutrientes], de la fertilidad del suelo y del objetivo del productor [p.ej. extender la fase agrícola o cerrar rápidamente las copas de la especie forestal].
7. Fertilización inicial recomendada según fertilidad del suelo, requerimientos de las especies y recursos del productor. Se pueden intercalar coberturas vivas leguminosas, o en pendientes, barreras vivas leguminosas [p.ej. *Leucaena leucocephala, Gliricidia sepium*] para mejorar las condiciones del suelo.

Fase III: Manejo **[Acetato 11]**

1. Manejo de los cultivos: según los requerimientos de la zona de producción y los recursos del productor [control de malezas, fertilización, fitoprotección].

2. Manejo de los árboles: mantener rodajas alrededor de los árboles durante el primer año [diámetro: 1 m], podas de formación, deshija y podas de ramas bajas según necesidad, selección de árboles futuros y raleos a partir del segundo año. Galloway [1993] recomienda dos o tres raleos para llegar a la densidad final deseada [200 a 250 árboles/ha, para plantaciones establecidas a 3 m x 3 m]. Para profundizar esta parte se recomienda la publicación "Manejo de Plantaciones Forestales" de Galloway, [1993].

3. Toma anual de datos sobre crecimiento de los árboles [altura total, altura del fuste comercial, diámetro a la altura del pecho]. Para profundizar los conocimientos se recomienda la publicación "Mensura Forestal" de Prodan, *et al.* [1997] o "Conceptos básicos de dasometría de Ugalde [1981].

Fase IV: Cosecha **[Acetato 12]**

1. Los cultivos agrícolas se pueden sembrar y cosechar según las condiciones del sitio, el espacio entre los árboles y el desarrollo de la competencia de los árboles entre uno y tres años. Después de la cosecha de los cultivos agrícolas se puede enriquecer la plantación forestal con coberturas vivas como *Arachis pintoi* o dejar que rebrote la vegetación natural.

2. Antes de la cosecha de la madera se deben obtener los permisos de ley establecidos.

3. La cosecha de la madera se puede iniciar cuando se obtienen los diámetros mínimos requeridos para el objetivo de la producción: leña: no hay diámetros mínimos, rotación de 5 a 10 años; pulpa: 10 a 40 cm de diámetro a la altura del pecho [dap], rotación de 5 a 15 años; tablas: > 30 cm de dap, rotación > de 20 años. En la producción de tablas los productos de raleos se pueden comercializar como leña o postes.

Si se quiere profundizar en principios económicos del sistema Taungya, como sistema agroforestal, se recomienda el material de los "Módulos para la capacitación en aspectos económicos sobre árboles de uso múltiple" [CATIE - Proyecto Diseminación del Cultivo de Arboles de Uso Múltiple Madeleña-3, 1995].

Sección 1
Tema 2
Acetato 1

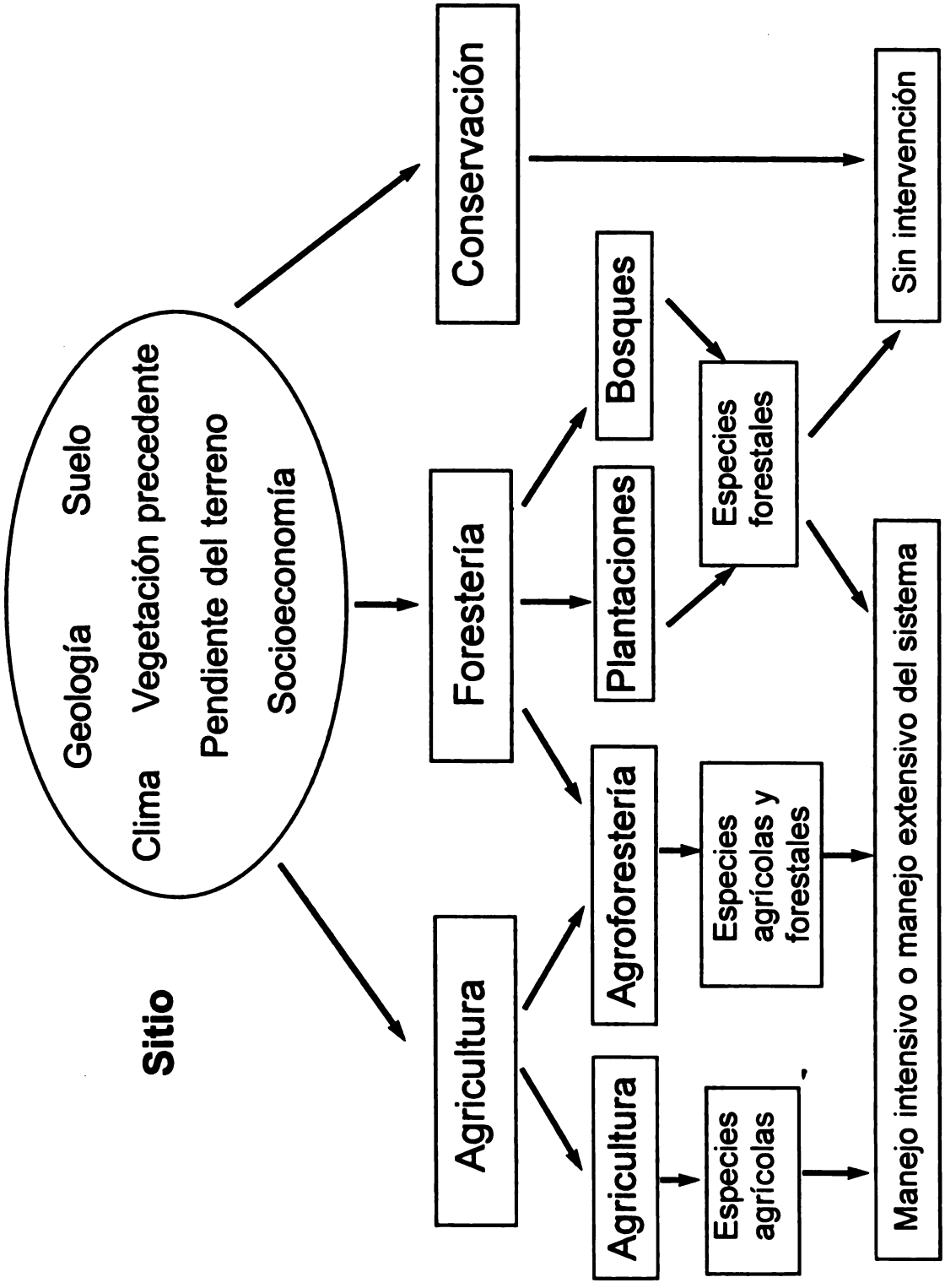
Los objetivos de Taungya privado en América Central

1. Fincas grandes o medianas quieren reforestar con bajos insumos y permiten a familias rurales que tienen poco terreno, sembrar cultivos entre las hileras de los árboles de la plantación, por el cuidado de los árboles. El dueño de la finca recibe la madera; las familias los productos agrícolas.

2. Fincas grandes o medianas quieren reforestar con bajos insumos y obtener productos agrícolas. Se emplea mano de obra para sembrar y manejar tanto los árboles como los cultivos.

3. Fincas pequeñas quieren establecer lotes de reforestación con bajos insumos y obtener productos agrícolas o establecer la sombra para un cultivo perenne, aprovechando principalmente la mano de obra familiar.

Relación entre sitio y sistema de uso del suelo



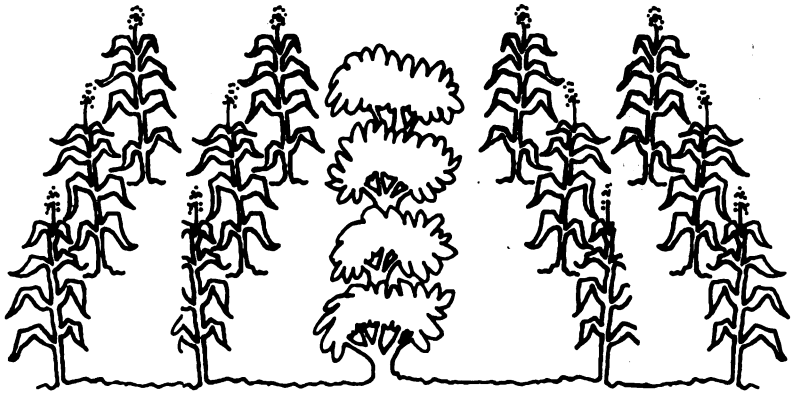
Sección 1
Tema 2
Acetato 3

Algunas características deseables y especies forestales aptas para Taungya

(Objetivo de la producción: madera para tablas)

- Especies pioneras
- Crecimiento inicial rápido
- Autopoda
- Copa estrecha o abierta
- Tolerancia a competencia con cultivos por luz, agua y nutrientes
- Sin efectos alelopáticos

Tectona grandis
Cedrela odorata
Eucalyptus deglupta
Eucalyptus robusta
Gmelina arborea
Terminalia ivorensis
Cordia alliodora
Araucaria angustifolia
Cupressus lusitanica
Cupressus macrocarpa
Pinus caribaea



Ventajas y limitaciones de *Tectona grandis* en el sistema Taungya

Ventajas	Limitaciones
• Muy tolerante a clima y suelo.	• Enraizamiento muy superficial.
• Fácil regeneración.	• No tolera la asociación con raíces y tubérculos.
• Incremento medio anual hasta el año 5: 5 a10 m^3/ha.	• Alta competencia por nutrientes y agua.
• Madera de alta calidad.	• Alta demanda de luz, no permite cultivos de alto crecimiento (p.e. banano).

Altura total y sobrevivencia de seis especies forestales en asocio con cultivos anuales en Chiriquí, Panamá

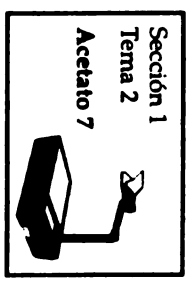
Especie/Parcela (0,2 ha)	Rotación de cultivos en asocio		Altura total Primer año (m)	Sobrevivencia Primer año (%)
	Primer año	Segundo año		
Gmelina arborea	*Zea mays* *Manihot esculenta* *Cajanus cajan*	Cierre de copas	3,74	100
Eucalyptus sp.	*Zea mays* *Manihot esculenta*	*Zea mays* *Cajanus cajan*	4,60	96
Acacia mangium	*Zea mays* *Manihot esculenta* *Cajanus cajan*	Cierre de copas	4,10	99
Pinus caribaea	Cucurbitaceae *Zea mays*	*Zea mays* *Manihot esculenta*	1,32	85
Terminalia amazonia	*Zea mays* *Manihot esculenta*	*Zea mays* *Cajanus cajan*	2,39	95
Terminalia ivorensis	*Zea mays* *Phaseolus vulgaris* *Manihot esculenta*	Cierre de copas	3,68	83

Fuente: Memorias segundo seminario-taller, Investigación y extensión forestal y agroforestal participativa. Panamá, 1995.

Altura total y sobrevivencia de dos especies forestales en asocio con cultivos anuales en Chiriquí, Panamá

Especie/Parcela (0,2 ha)	Rotación de cultivos en asocio		Altura total Primer año (m)	Sobrevivencia Primer año (%)
	Primer año	Segundo año		
Tectona grandis	*Zea mays* *Xanthosomas sagittifolium* *Manihot esculenta*	*Manihot esculenta* *Cajanus cajan*	4,30	95
Tectona grandis	*Oryza sativa* *Zea mays* *Zea mays*	*Manihot esculenta* *Cajanus cajan*	2,82	90
Swietenia macrophylla	*Oryza sativa*	*Zea mays* *Manihot esculenta*	2,20	83
Swietenia macrophylla	Cucurbitaceae *Zea mays*	Cucurbitaceae *Zea mays*	2,20	100

Fuente: Memorias segundo seminario-taller. Investigación y extensión forestal y agroforestal participativa. Panamá, 1995.



Efecto de la densidad de los árboles sobre algunas variables de producción de madera

Variable	Densidad	
	Alta	Baja
Semilla	Más	Menos
Productos de raleo	Más	Menos
Cierre de copa	Más temprano	Más tarde
Forma de copa	Estrecha	Amplia
Forma de fuste	Más cilíndrico	Más cónico
Incremento diametral	Menor	Mayor
Contextura	Débil	Sólida
Reducción de malezas	Mayor	Menor

Criterios para la selección de los cultivos agrícolas

- Porte bajo.
- Fijadores de nitrógeno o simbiosis con otros microbios.
- Tolerantes a sombra.
- Que requieran pocos insumos.
- De consumo y comercialización asegurada.
- Excluir los cultivos que tienen efectos negativos directos.
- Evitar las plantas trepadoras durante la fase de establecimiento.
- Evitar los cultivos de altos requerimientos de nutrientes sin fertilizar.
- Evitar raíces y tubérculos.

¿Cómo establecer una plantación Taungya?

Fase I: Planificación

1. Estudio de las condiciones del sitio (suelo, clima, vegetación, acceso, causas de deforestación, mano de obra, etc.).

2. Estudio del mercado de madera (demanda futura, desarrollo de los precios, plan nacional del sector forestal, incentivos etc.) y de cultivos (especies para autoconsumo o comercialización, demanda del mercado etc.).

3. Selección de especies adaptadas a las condiciones del sitio con características deseadas del mercado futuro (compatibilidad de especies, disponibilidad de semilla).

4. Revisión de los recursos financieros y humanos disponibles de la finca.

5. Evaluación preliminar de los insumos y ganancias potenciales.

6. Establecimiento del contrato o convenio entre diferentes actores.

Fase II: Establecimiento

1. Establecer el vivero forestal con suficiente anticipación si no existe posibilidad de adquirir las plantas en un vivero comercial.

2. Preparar el terreno al inicio de la estación seca.

3. Marcar las distancias para la siembra de los árboles (espaciamiento puede depender del objetivo del reforestador, el reglamento del plan forestal para incentivos y las características de las especies).

4. Preparación de los hoyos con pala al final de la estación seca, si la siembra no es mecanizada.

5. Siembra de los árboles y cultivos al inicio de la estación lluviosa.

6. Espaciamiento entre cultivos y distancia árbol-cultivos de acuerdo con la fertilidad del suelo, requerimiento de las especies asociadas y los objetivos del productor.

7. Fertilización inicial de acuerdo con la fertilidad del suelo, requerimiento de las especies y recursos del productor.

Fase III: Manejo

1. Manejo de los cultivos: según los requerimientos de la zona de producción y los recursos del productor (control de malezas, fertilización, fitoprotección).

2. Manejo de los árboles: mantener rodajas alrededor de los árboles durante el primer año, control de plagas, podas de formación, deshija y podas de ramas bajas según necesidad, selección de árboles futuros y raleos a partir del segundo año hasta llegar a la densidad final.

3. Toma de datos sobre crecimiento de los árboles (altura total, altura del fuste comercial, diámetro a la altura del pecho).

4. Después de la cosecha de los cultivos agrícolas se puede enriquecer la plantación forestal con coberturas vivas o dejar que rebrote la vegetación natural.

Fase IV: Cosecha

1. El periódo durante el cual se pueden establecer y cosechar cultivos agrícolas dependerá de sus requerimientos de recursos (luz, agua, nutrientes), del espaciamiento de los árboles y de sus características de crecimiento (1 a 3 años).

2. Antes de la cosecha de los árboles se deben obtener los permisos de ley establecidos.

3. La cosecha de la madera se puede iniciar cuando se obtienen los diámetros mínimos requeridos según los objetivos de la producción.

4. La cosecha y aprovechamiento de los árboles de raleo debe formar parte del plan de manejo de la plantación.

Sección 2

Aplicaciones y Estudios de Caso

OBJETIVO GENERAL

Conocer diferentes modificaciones del sistema Taungya realizadas en varios países del mundo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Que los estudiantes:

1. Conozcan los sistemas Taungya adaptados a condiciones distintas en Asia y Africa, con el propósito de aumentar las áreas reforestadas y estabilizar la agricultura migratoria, y que discutan si parte de los sistemas se pueden aplicar a las condiciones de su ambiente.

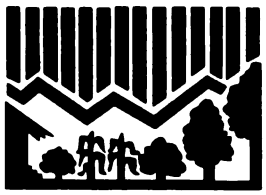
2. Conozcan estudios de caso realizados en América Central con asociaciones de especies maderables y cultivos anuales en fincas privadas.

MATERIAL Y EQUIPO:

- Proyector de transparencias
- Transparencias del módulo
- Pizarra
- Temas para búsquedas bibliográficas

TIEMPO APROXIMADO:

- Aula: Entre 1 y 2 horas de sesión de aula.
- Búsquedas bibliográficas y presentación: 3 días
- Giras: 1 a 2 días



TEMA 3

El Sistema Taungya en Asia

"TUMPANGSARI" EN JAVA/INDONESIA

En Indonesia el sistema Taungya fue utilizado para establecer plantaciones de teca desde hace 100 años. En total, existen unas 800.000 ha plantadas de teca, casi todas ubicadas en Java. Desde los años 60 el Servicio Forestal ha estado cosechando y resembrando las plantaciones existentes, generalmente por medio del sistema Taungya [Hout, 1983].

¿Cómo funciona Tumpangsari?

Los agricultores reciben parcelas de 0,25 ha, directamente del Servicio Forestal o a través de un intermediario. Durante la estación seca se realiza la tala y quema de la vegetación secundaria. Cuando empieza la estación lluviosa los agricultores siembran los árboles y los cultivos simultáneamente. El período de intercalar los árboles con cultivos agrícolas está limitado a dos años **[Acetatos 1 y 2].**

Los cultivos permitidos son arroz [*Oriza sativa*], maíz [*Zea mays*], tabaco [*Nicotiana tabacum*], chile [*Capsicum annuum*], maní [*Arachis hypogaea*], y soya [*Glycine max*]. No se permiten yuca [*Manihot esculenta*], camote [*Ipomoea batatas*], papa [*Solanum tuberosum*], banano [*Musa AAA*], plátano [*Musa AAB*] y cultivos trepadores p.e. ñame [*Dioscorea* spp.] **[Acetato 3].**

Los cultivos se siembran entre hileras alternadas de teca [*Tectona grandis*] y leucaena [*Leucaena leucocephala*]. La teca se siembra directamente depositando 3 a 5 semillas por golpe, a una distancia de 1 m entre golpes dentro de la hilera. La distancia entre hileras de teca varía de 2 a 4 m según la calidad del sitio. El Servicio Forestal es responsable de marcar los golpes con estacas. La leucaena se siembra a distancias altas dentro de la hilera [por ej. 0,5 m] para que forme callejones. Esta leguminosa se poda dos veces al año dejando un árbol por cada metro para producir semilla [Kartasubrata, 1979, cit. por Hout, 1983] **[Acetato 4].**

La asociación de la plantación forestal no es solamente con cultivos agrícolas, sino también con una especie leñosa fijadora de nitrógeno. Esto representa un elemento muy interesante de este sistema, ya que esta especie está caracterizada por ser de uso múltiple [pulpa, leña, madera, forraje y mejoramiento del suelo al incorporar su hojarasca]. Los incrementos medios anuales de *L. leucocephala* se encuentran entre 30 y 40 m^3/ha. Otro efecto positivo es que la especie produce sombra lateral que es beneficiosa para la formación de tallos rectos de teca [Hout, 1983] **[Acetato 5].**

El sistema funciona mejor en suelos fértiles y terrenos con poca pendiente. Para sitios de calidad inferior se desarrolló un sistema modificado. Bajo este sistema el agricultor recibe un terreno de baja calidad para aplicar el Tumpangsari y otro lote con un suelo más fértil únicamente para la producción de cultivos. Así, se pueden compensar los ingresos inferiores del productor obtenido del Taungya con un sistema mixto. La siembra de los árboles la realizan obreros pagados por el Servicio Forestal **[Acetato 6].**

El sistema ha sido mejorado continuamente para satisfacer mejor las necesidades de la población creciente: variedades de arroz de alto rendimiento, manejo intensivo [pesticidas, fertilizantes, labranza del suelo], y una mejor planificación del manejo. Con estas medidas se pudieron aumentar los rendimientos de arroz de 1 a 2,5 t/ha/año. Sin embargo, el manejo intensivo del arroz provocó un mayor crecimiento de teca, reduciendo el período de cultivo a un año. Por ello, se recomendaron espacios mayores entre los árboles, para prolongar el tiempo del período de cultivo [Hout, 1983].

Una desventaja de la teca es la rotación muy larga de esta especie [por ej. hasta 80 años en Asia]. En un país que cuenta con una densidad de población de 700 habitantes / km^2, no se puede justificar la reforestación de teca en suelos agrícolas a gran escala. Por eso, en Java Central se desarrolló otro sistema de Taungya con especies forestales con rotaciones más cortas, llamado "Malang-Magelang", según los nombres de los pueblos cercanos a las primeras plantaciones. Se conocen dos variaciones: una para zonas altas [1150-1350 msnm] **[Acetato 7]** y otra para zonas bajas [menos de 1150 m] **[Acetato 8]** [Wiersum, 1982; Weidelt, 1990]. El objetivo de los dos sistemas es la implementación de parcelas de producción maderable para construcción y leña.

En las zonas altas se establecen seis parcelas en líneas de contorno. Cada familia recibe un lote de 0,8 ha por parcela. Después de una fase de transición con árboles leguminosos [hasta 5 años con *Calliandra calothyrsus* o hasta 10 años con *Persianthes* ssp.] para mejorar las condiciones del suelo, sigue una fase de cinco años con cultivos agrícolas, seguido por una fase de 25 años con *Pinus merkusii*. También se plantan árboles leguminosos como *Acacia mearnssi* o *Leucaena leucocephala* en las líneas de contorno, para controlar la erosión y mejorar la fertilidad del suelo.

En las zonas bajas se utiliza un sistema con cuatro parcelas por bloque. En este sistema se siembran tres especies forestales: *Calliandra calothyrsus* [5 años, leña], *Acacia auriculiformis* [10 años, leña y postes] y *Pinus merkusii* [15 años, postes]. Dentro de los 20 años, cada parcela produce cultivos agrícolas por cinco años, dedicando siempre el 25% del área total a la producción agrícola.

Las limitaciones de este sistema son que se necesita terrenos grandes para su implementación [15 a 20 ha]. Cada familia debe recibir un mínimo de 0,25 ha/año para sembrar sus cultivos, y los agricultores tienen poco tiempo o interés en vender su mano de obra para deshierbar las parcelas bajo pino. En zonas de alta precipitación [4000 mm] y con pendiente fuerte [40%] persiste el problema de la erosión de los suelos **[Acetato 9]**.

" PUEBLOS FORESTALES" EN TAILANDIA

En Tailandia, la demanda por terrenos agrícolas desde los años 50 llevó a un problema severo de deforestación. A través de la agricultura migratoria se talaron y quemaron hasta terrenos designados como bosques permanentes por el esquema nacional de clasificación de terrenos. Los resultados fueron sequías, inundaciones y escasez de madera para el uso nacional y para la exportación. Esto tuvo efectos marcados sobre la socioeconomía y política en Tailandia. Un problema mayor fue que los residentes ilegales o precaristas que entraron a estas zonas no querían mudarse a otros lugares. Por eso, la planificación de la reforestación tenía que dirigirse especialmente a este grupo, que hasta entonces había impedido las reforestaciones. En 1968, la Organización Industrial Forestal, apoyando el programa de reforestación anual del Departamento Real Forestal, inició el sistema de los pueblos forestales [inglés: forest villages]**[Acetato 10]**. En 1975, los Ministros de Tailandia encargaron al

Departamento Real Forestal solucionar el problema de los bosques degradados en las reservas forestales, por medio de estos pueblos forestales.

El sistema Pueblos Forestales funciona así [Samapuddhi, 1974/75] [Acetato 11]:

El Departamento Real Forestal asigna a un grupo de precaristas un terreno para la reforestación, lo suficientemente grande para establecer nuevas parcelas de árboles maderables cada año. Cerca del terreno se funda el pueblo para las familias rurales. La unidad de reforestación que está a cargo de la plantación está compuesta de un administrador, asistentes de campo y herramientas para los trabajos de campo. Cada año, unas 100 familias siembran nuevamente unas 160 ha de especies maderables, asociadas con cultivos para la venta. Estimando una rotación de 60 años, esta unidad maneja finalmente 9.600 ha. En caso de una sobrevivencia de los árboles mayor del 70% se recibe una remuneración financiera. Las familias reciben un título sobre los terrenos asignados que son heredables pero no comerciables.

Las especies forestales y agrícolas sembradas por los agricultores varían de un pueblo a otro según las condiciones climáticas, edafológicas, de mercado y por las preferencias de los agricultores. Numerosas especies fueron estudiadas y de estas investigaciones resultaron los siguientes sistemas, como los más frecuentes y con adaptación a sitios con diferentes condiciones [Hiroyuki *et al.*, 1988] **[Acetato 12]**:

- **A:** Teca - Arroz - Hortalizas
- **B:** Arboles maderables de rápido crecimiento - Yuca
- **C:** *Hevea brasilensis* [o *Dipterocarpus alatus* o árboles maderables de rápido crecimiento] - árboles frutales-café [este sistema no califica como Taungya, sino como sistema agrosilvicultural permanente].
- **D:** Arboles maderables de rápido crecimiento - Maíz

Como árboles de rápido crecimiento se mencionan: *Eucalyptus camaldulensis, Melia azedarach, Leucaena leucocephala* y *Casuarina junquiana*. Asimismo, *Gmelina arborea*, aunque nativo de Tailandia, no dio el resultado esperado debido a daños causados por insectos.

Los miembros de las familias registradas en el pueblo pueden trabajar en las plantaciones forestales ya establecidas para generar ingresos adicionales. El administrador responsable de la unidad de reforestación está obligado a informar a las familias sobre las condiciones del mercado, los precios de sus productos y hasta ayudarles con el transporte al mercado. Dentro del pueblo, cada familia recibe un terreno de 0,16 ha para construir su casa, sembrar un huerto y criar algunas gallinas o cerdos. Las casas tienen acceso a electricidad y agua. El Departamento Real Forestal financia la escuela primaria del pueblo y organiza un servicio de salud regular.

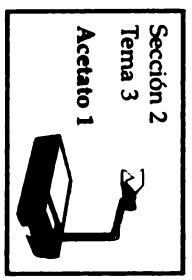
Antes de establecer un pueblo forestal es necesario ganar la confianza de la población afectada. Para esto, se desarrolla un programa sistemático de información pública, involucrando a los líderes de las tribus u otras personas de autoridad, como los monges Budistas. Se explica el objetivo de los pueblos, cómo contribuyen a solucionar problemas sociales y conservar los recursos forestales. Para la divulgación de la información también se aprovechan los medios de comunicación, tales como folletos, periódicos, radio y televisión. En reuniones se presentan videos sobre la vida dentro de un pueblo forestal, el trabajo, las remuneraciones que se pueden obtener y la seguridad que brindan **[Acetato 13]**.

Con este sistema se logró establecer a muchas familias migratorias y hasta se unieron grupos que antes migraban individualmente. La diferencia entre los pueblos manejados por las dos instituciones fue que la Organización Industrial Forestal enfatizó primero la producción de madera, mientras que el Departamento Real Forestal puso más énfasis en la parte socioeconómica, que fue un proyecto apoyado por FAO y UNDP [Amyot, 1988]. Hasta 1983 se habían establecido en Tailanda unos 170 pueblos forestales [Jordan *et al.*, 1992].

El Sistema Tumpangsari de Java/Indonesia, Año 1

Año 1	Actividad	Responsable
ENE-JUN	1. Distribuir parcelas 2. Demarcar parcelas 3. Deshierbar la parcela 4. Quemar residuos 5. Demarcar caminos de inspección	1. Dep. Forestal 2. Dep. Forestal 3. Agricultor 4. Agricultor 5. Dep. Forestal
JUL-SET (estación seca)	1. Labranza 2. Marcar sitios para la siembra de teca 3. Colectar semilla de teca y leucaena	1. Agricultor 2. Dep. Forestal 3. Dep. Forestal
OCT-DIC (estación lluviosa)	1. Sembrar teca 2. Sembrar leucaena 3. Sembrar cultivos 4. Inspección de árboles	1. Agricultor 2. Agricultor 3. Agricultor 4. Dep. Forestal

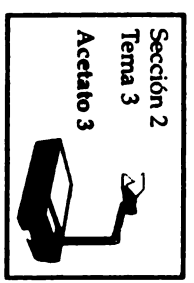
Fuente: Hout, 1983.



El Sistema Tumpangsari de Java/Indonesia, Año 2

Año 2	Actividad	Responsable
ENE-MAR (estación lluviosa)	1. Cosechar cultivos 2. Deshierbar 3. Podar leucaena 4. Ralear teca 5. Controlar raleo y poda	1. Agricultor 2. Agricultor 3. Agricultor 4. Dep. Forestal 5. Dep. Forestal
ABR-JUN (estación lluviosa)	1. Segunda siembra de cultivos 2. Podar leucaena 3. Deshierbar y cosechar cultivos 4. Controlar actividades	1. Agricultor 2. Agricultor 3. Agricultor 4. Dep. Forestal
JUL-SET (estación seca)	1. Actividades de protección	1. Dep. Forestal
OCT-DIC (estación lluviosa)	1. Tercera siembra de cultivos 2. Podar leucaena 3. Deshierbar 4. Controlar actividades	1. Agricultor 2. Agricultor 3. Agricultor 4. Dep. Forestal

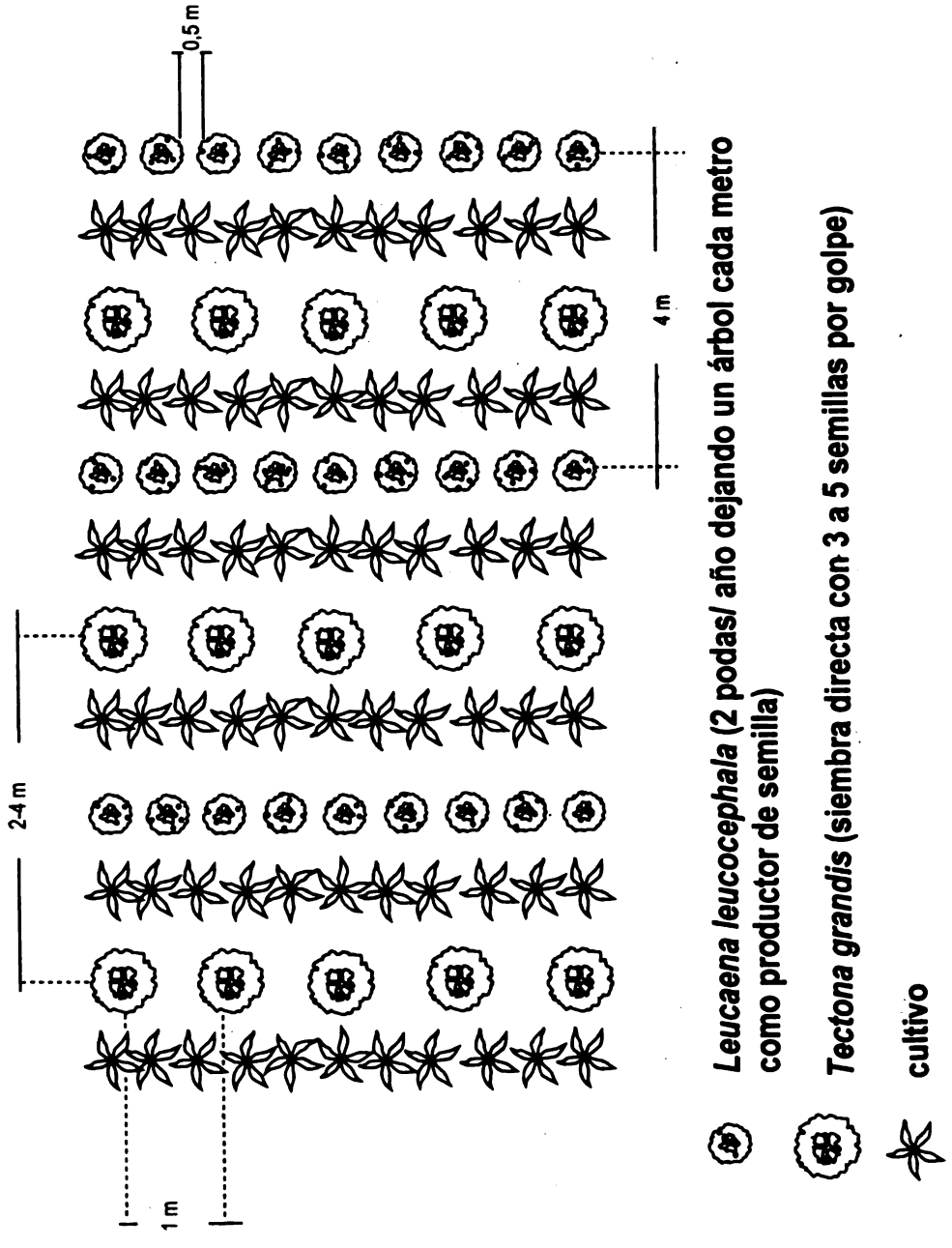
Fuente: Hout, 1983.

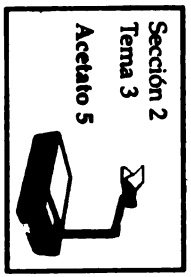


Cultivos permitidos y no permitidos en el sistema Tumpangsari

Cultivos permitidos	Cultivos no permitidos
Oryza sativa	*Manihot esculenta*
Zea mays	*Ipomoea batatas*
Nicotiana tabacum	*Solanum tuberosum*
Capsicum annuum	Musaceae
Arachis hypogaea	*Dioscorea alata*
Glycine max	

Diseño del componente forestal en un sistema Tumpangsari de Java/Indonesia





Contribución de *Leucaena leucocephala* al sistema Tumpangsari

Característica	Efecto sobre el sistema
Incrementos anuales	30 a 40 m^3/ha/año.
Sombra lateral	Favorece la formación de los tallos de *Tectona grandis*.
Uso múltiple	Pulpa, leña, madera, forraje, mejoramiento del suelo.

Tumpangsari modificado para suelos de baja calidad

El agricultor recibe dos terrenos para trabajar:

Terreno 1	Terreno 2
Suelo de mala calidad	Suelo de buena calidad
Aplicación de Tumpangsari. La siembra de los árboles la realizan obreros del Servicio Forestal.	Terreno exclusivamente para producción de cultivos para compensar los rendimientos reducidos en terreno 1.

Otras modificaciones:
- Introducción de variedades de *Oryza sativa* de alto rendimiento.
- Manejo intensivo (pesticidas, fertilizantes, labranza).

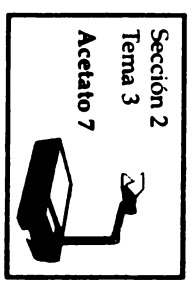
Con el objetivo de aumentar la producción:
- Aumento de la producción de arroz de 1 t/ha a 2,5 t/ha

Mejor crecimiento de *Tectona grandis* permite aumentar el espacio entre hileras de los árboles, que a su vez aumenta el terreno disponible para la producción agrícola.

El sistema Malang-Magelang para zonas altas (1150– 1350 m)

Parcela	Año 1-5	Año 6-10	Año 11-15	Año 16-20	Año 21-25	Año 26-30
I	Cultivo	*Pinus*	*Pinus*	*Pinus*	*Pinus*	*Pinus*
II	*Calliandra*	Cultivos	*Pinus*	*Pinus*	*Pinus*	*Pinus*
III	*Persianthes*	*Persianthes*	Cultivos	*Pinus*	*Pinus*	*Pinus*
IV	*Pinus*	*Pinus*	*Pinus*	Cultivos	*Pinus*	*Pinus*
V	*Pinus*	*Pinus*	*Pinus*	*Pinus*	Cultivos	*Pinus*
VI	*Pinus*	*Pinus*	*Pinus*	*Pinus*	*Pinus*	Cultivos

- *Pinus merkussi* para construcción.
- *Calliandra* y *Persianthes* para mejoramiento del suelo y producción de leña y postes.
- *Acacia mearsii* o *Leucaena leucocephala* en líneas de contorno junto con los cultivos para control de erosión.



El sistema Malang-Magelang para zonas bajas (< 1150 m)

Parcela	Año 1-5	Año 6-10	Año 11-15	Año 16-20
I	Cultivos	*Pinus*	*Pinus*	*Pinus*
II	*Calliandra*	Cultivos	*Acacia*	*Acacia*
III	*Acacia*	*Acacia*	Cultivos	*Acacia*
IV	*Pinus*	*Pinus*	*Pinus*	Cultivos

Este sistema modificado utiliza tres especies leñosas diferentes:

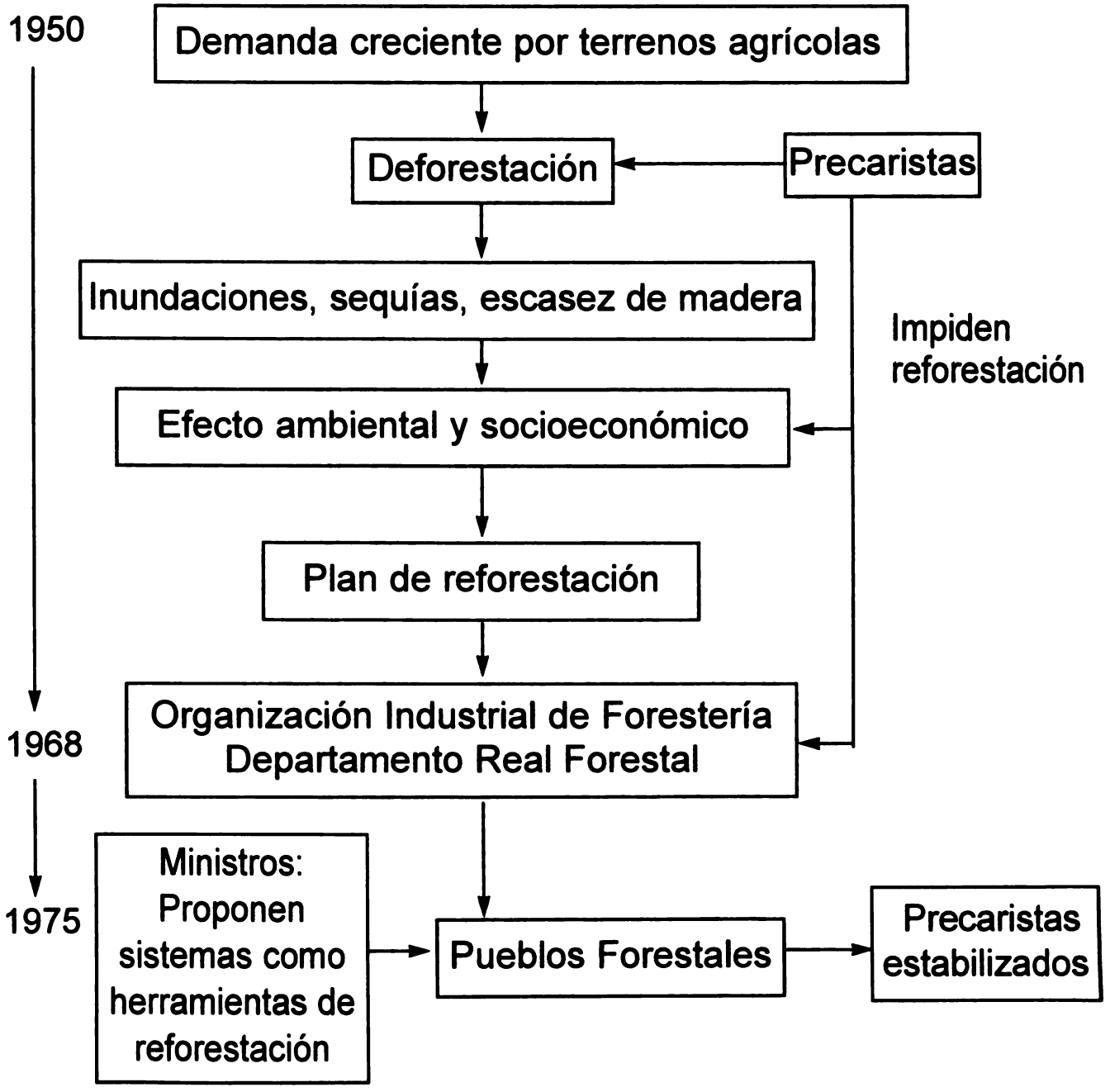
Calliandra calothyrsus	rotación de 5 años	producción de leña
Acacia auriculiformis	rotación de 10 a15 años	producción de leña y postes
Pinus merkusii	rotación de 15 años	producción de postes

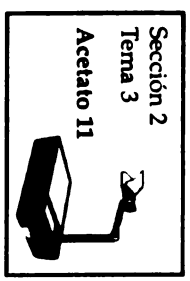
Sección 2
Tema 3
Acetato 9

Limitaciones del sistema Malang-Magelang de Java/Indonesia

- Precipitación alta (4000 mm/año) y pendiente fuerte provocan erosión.
- Implementación del sistema requiere terrenos de gran extensión (>15 a 20 ha).
- Area mínima bajo cultivos de 0,25 ha / familia / año.
- Agricultores tienen poco interés o poco tiempo para deshierbar las plantaciones maderables.

Historia de la implementación de los pueblos forestales en Tailandia





Ejemplo de un pueblo forestal en Tailandia

Departamento Real Forestal (DRF)

- Construye un pueblo con infraestructura para 100 familias.
- Cada familia recibe un lote de 0,16 ha dentro del pueblo para construir una casa y manejar un huerto con animales.

- Cada año una familia recibe una parcela de 1,6 ha para implementar el Taungya.
- El DRF presta las herramientas.

El DRF pone un administrador que apoya a las familias averiguando las condiciones de mercado y poniendo el transporte para sus productos.

Logros:

-160 ha de reforestación/año.

-Estabilización de la agricultura migratoria.

-Premios financieros para las familias en caso de sobrevivencia de los árboles >70%.

-Títulos heredables sobre los terrenos asignados a las familias.

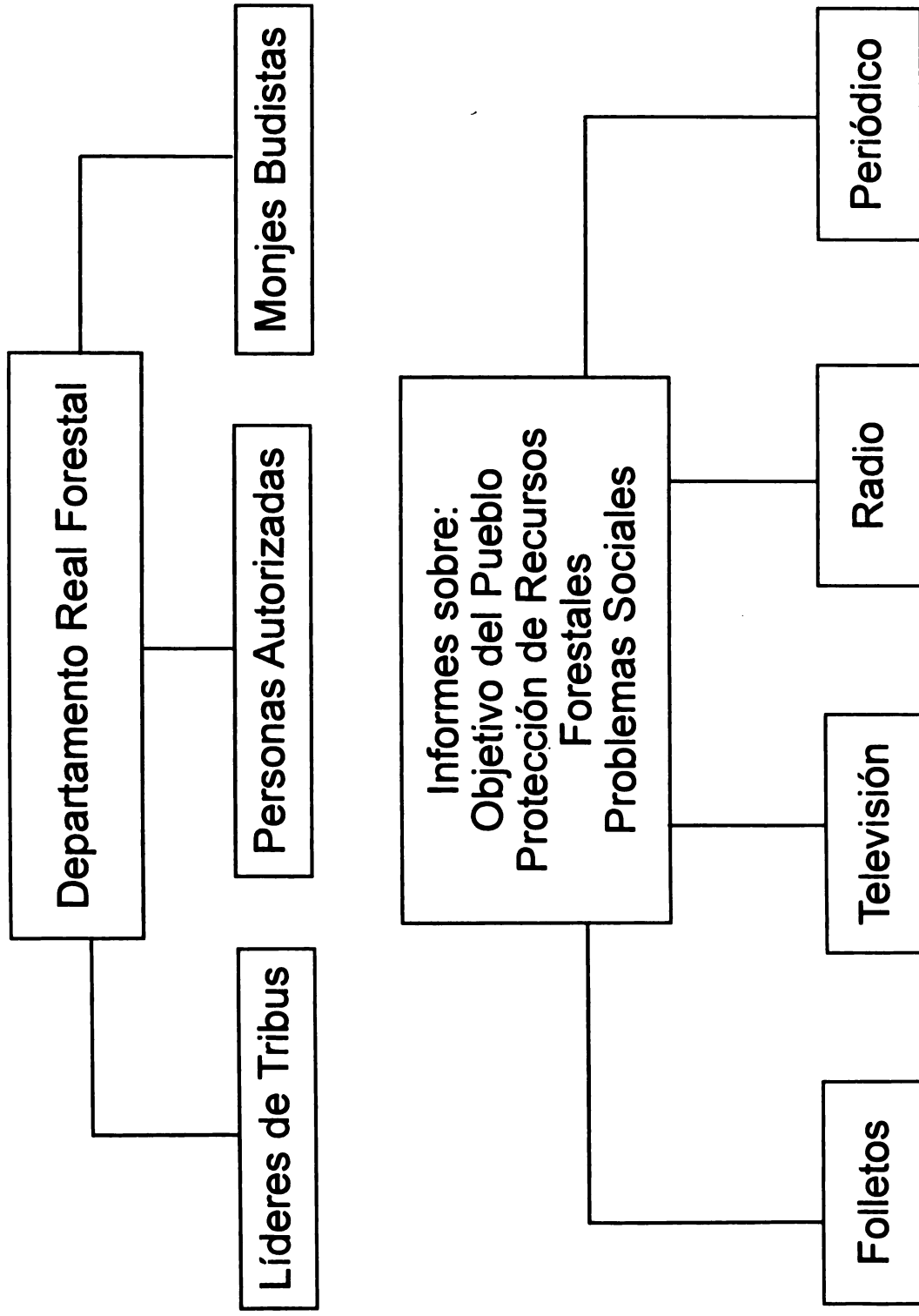
El sistema Taungya en Tailandia

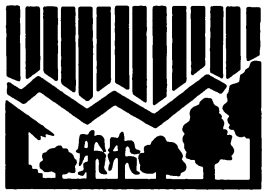
Regiones	Cultivos principales	Cultivos asociados
Tipo A: Región Norte *Tectona grandis*	*Oryza sativa* *Zea mays* *Sorghum bicolor*	Cucurbitaceae *Arachis hypogaea* *Sesamum indicum* *Capsicum annuum* *Phaseolus vulgaris*
Tipo B: Región Norte y Este *Eucalyptus camaldulensis* *Melia azederach* *Leucaena leucocephala*	*Manihot esculenta*	*Phaseolus vulgaris* *Zea mays* *Oryza sativa* *Capsicum annuum*
Tipo C: Región Sur *Hevea brasilensis* *Melia azederach* *Leucaena leucocephala* *Dipterocarpus alatus* *Casuarina junquiana*	*Coffea arabica* *Azadirachta indica* *Musa* sp.	*Arachis hypogaea* *Sesamum indicum* *Capsicum annuum* *Vigna radiata*

Fuente: Hiroyuki, *et al.*, 1988.

Sección 2
Tema 3
Acetato 13

Programa de información y difusión del sistema "Pueblo Forestal"





TEMA 4

El Sistema Taungya en Africa

EL SISTEMA "SHAMBA" DE KENIA

En Kenia el sistema Taungya se llama "shamba". Desde principios del siglo XX hasta 1987 se practicaba la combinación de especies forestales con cultivos agrícolas, para transformar bosques en plantaciones forestales en suelos de fertilidad mediana a alta. Al principio, el motivo principal fue la reforestación con especies exóticas a bajos costos, aprovechando la demanda alta por terrenos donde los pequeños productores podían cultivar. Los grupos de participantes son muy diferentes, y entre ellos se encuentran obreros forestales, agricultores sin terrenos propios y familias que viven cerca al área de reforestación.

El sistema tradicional de "Shamba" funcionó así [Odoul, 1986]:

El residente hacía un contrato con el Departamento Forestal para trabajar por nueve meses del año en los terrenos de reforestación. El productor aportaba su mano de obra para talar y limpiar un área de arbustos nativos de 0,5 a 0,6 ha cada año. En estas áreas o "shambas", el Departamento Forestal sembraba los árboles en el transcurso de dos años. Cada participante tenía cuatro shambas de diferentes edades de establecimiento [recién establecidas hasta con árboles de dos años]. Los participantes tenían el derecho de cultivar cada shamba hasta 2 a 3 años. Especialmente se sembraba maíz, papas y hortalizas de la familia Brassicaceae. Los productos agrícolas pertenecían por completo al agricultor **[Acetato 1]**.

El sistema fue muy exitoso por cuatro razones [Acetato 2]:

1. Disponibilidad abundante de terrenos en la región.
2. Presencia de población rural con ganas de trabajar, pero sin terrenos propios.
3. Existencia de mercados para productos agrícolas.
4. Seguridad y protección contra animales silvestres.

Además, los participantes recibieron beneficios sociales que hicieron atractivo el sistema.

1. Una casa o materiales para su construcción.
2. Distritos forestales con centros de salud, escuelas, tiendas, iglesias, agua.
3. Apoyo del Departamento Forestal para cortar árboles grandes.

Desde su primera implementación el sistema de shamba se ha cambiado sustancialmente. La presión demográfica fue uno de los mayores problemas que había que enfrentar. La demanda de posibles participantes incrementó tanto, que no se podía satisfacerla. En algunas zonas fue más difícil controlar el número de participantes, que buscar nueva mano de obra para limpiar las shambas **[Acetato 3]**.

En 1979, se modificó el sistema cambiando el estatus de los participantes. En vez de un contrato de nueve meses, se hicieron contratos por 12 meses para emplear las personas a tiempo completo como funcionarios del Departamento Forestal. Inicialmente este cambio tuvo dos efectos **[Acetato 4]**:

1. Los costos para establecer las plantaciones aumentaron por razones de los sueldos [antes 9 meses, después 12 meses por año] y fueron cargados al Departamento Forestal.

2. El estatus de funcionario no permitió a los participantes la siembra de cultivos en los terrenos por su propia cuenta. Además, los terrenos ya no fueron asignados a los participantes como antes. El que necesitaba terreno para este propósito tenía que alquilarlo al Departamento Forestal. Esta medida bajó notablemente las cifras de participantes en algunas regiones.

La distribución del sistema estaba limitada por las condiciones ecológicas del país **[Acetato 5]**. Sólo un 3% del terreno nacional es apto para la implementación del sistema [suelos fértiles, >1000 mm]. Aún así, se sembraron unas 160.000 ha con especies como *Cupressus lusitanica, Pinus patula, Pinus radiata, Eucalyptus* spp., *Araucaria* spp., *Acacia* spp., *Vitex keniensis* y *Fagara macrophylla*. Estudios económicos muestran que el sistema contribuyó sustancialmente a la economía local y nacional. Con el tiempo este sistema atrajo a personas fuera de la zona, el manejo de las shambas no fue realizado adecuadamente, se invadieron bosques naturales no previstos para la tala, la calidad de la madera producida en las shambas bajó, es decir, el control del sistema shamba se estaba saliendo de las manos del Departamento Forestal [Kiriinya,1994]. En 1987, el Gobierno prohibió la tala en las reservas forestales. Se trató de reforestar las áreas taladas, pero debido a la falta de interés de seguir trabajando en esas plantaciones sin poder sembrar cultivos, el manejo de las plantaciones fue pobre y la sobrevivencia de árboles fue muy baja.

Para las condiciones de Kenia, hay que analizar el potencial que tiene el Sistema Taungya y diseñarlo nuevamente. Kiriinya [1994] propone considerar los siguientes aspectos **[Acetato 6]**:

- Administración estricta.
- No asignar terrenos en reservas forestales.
- Los productores deben pagar renta razonable para manejar cultivos en plantaciones forestales.
- Establecimiento y mantenimiento de carreteras para facilitar el acceso a zonas remotas.
- Revisión y ajustes frecuentes de las políticas forestales.
- Adaptación del sistema a las condiciones locales.
- Asignar terrenos a productores que tienen un hogar permanente en su propia finca.

El sistema es parecido a los pueblos forestales de Tailandia, pero es más que un plan de reforestación a bajo costo. Para su éxito se necesita un concepto de desarrollo rural. Tomando en cuenta el componente social, el sistema puede lograr la sostenibilidad. La combinación de forestería y agricultura en los mismos terrenos puede reducir la degradación ambiental.

Entre las desventajas del sistema se nombran: que el 40% de los incendios forestales tiene su origen al momento de talar las shambas; el posible daño causado por animales silvestres desanima a los participantes; la reforestación de pastos ha reducido los campos de forraje, tanto para los animales domésticos, como para los silvestres; el sistema requiere de un alto grado de supervisión para garantizar que los participantes cumplan con el reglamento; en algunas zonas el desequilibrio entre terreno disponible y número de participantes lleva a talas ilegales.

TAUNGYA EN NIGERIA

En Nigeria los recursos forestales están desapareciendo a causa de la demanda creciente por productos como leña, madera de construcción y postes para la producción de *Dioscorea rotundata* [ñame].

Por eso, la introducción de sistemas agrosilviculturales parece razonable. El sistema Taungya brinda su aporte a la reforestación y a la producción de alimentos. Así, el uso múltiple de la tierra genera ingresos a través de la producción agrícola y forestal **[Acetato 7]**.

En ese país, se implementó también un sistema de pueblos forestales [Ball, 1977]. Se diferencia entre el Taungya departamental, donde el Departamento Forestal siembra los árboles y los cultivos por medio de mano de obra contratada; y el Taungya tradicional donde los agricultores siembran, cosechan y venden los productos agrícolas **[Acetato 8]**.

El establecimiento de una plantación empieza con la demarcación del terreno y sigue con la tala y quema del terreno, realizada por los agricultores o los empleados del Departamento Forestal. Durante dos años se siembran cereales, tubérculos u hortalizas. Los árboles se plantan poco después de haber sembrado los primeros cultivos. En los pueblos que trabajan con el sistema tradicional, ocupan más terreno que el sistema departamental, aproximadamente 2/3 de los productos agrícolas se destinan para el consumo y 1/3 para la venta. En Nigeria, la producción de alimentos en el sistema Taungya contribuye muy poco a la demanda nacional. Las especies forestales más frecuentes son *Gmelina arborea* [rotación de 5 años], *Tectona grandis* [rotación de 60 años], *Nauclea diderichii* y *Terminalia ivorensis*.

Para la producción de leña, postes de construcción y soportes para ñame, se utiliza un sistema Taungya privado en el que se asocia *Gmelina arborea* con maíz, yuca o ñame durante el primer año [Akachuku, 1985]. De este sistema, el agricultor recibe todos los ingresos, tanto de la parte forestal como agrícola. Cinco años después del establecimiento de la plantación se aprovecha la especie forestal. Este sistema es un compromiso con los agricultores, quienes por falta de terrenos agrícolas no pueden tolerar un período de barbecho más largo de cuatro años después de la cosecha de los cultivos. El manejo de una plantación con *Gmelina arborea* es interesante, porque la especie rebrota fácilmente después de la cosecha. Por eso, se recomienda cortar los árboles a una altura de 20 cm y limpiar el terreno lo más pronto posible, para así darle posibilidad a los árboles de recuperarse. Este potencial de la especie es muy interesante en términos económicos. A partir de la primera cosecha ya no hay que sembrar nuevamente los árboles, solamente se deshijan los rebrotes a la edad de tres meses. Esto reduce los costos de manejo significativamente **[Acetato 9]**.

Después de cinco años, la tasa de sobrevivencia es de 90%. Un 20% de los árboles tiene diámetro y forma para ser utilizados como postes de construcción y el resto se usa para leña. Los soportes para ñame se obtienen de las ramas de los árboles. Una ha produce unos 180 m^3 de leña, 6 m^3 de postes para construcción, 2,5 m^3 para soportes, 10 t de ñame ["cultivo del hombre"] o 20 t de yuca ["cultivo de la mujer"] y 3 t de maíz. Akachuku [1985] estima que la especie también puede ser interesante, ya que se puede vender la producción a fábricas de papel. A largo plazo, la sostenibilidad de este sistema está en peligro si no se toman medidas para reemplazar las grandes cantidades de nutrientes que se exportan a través de las diferentes cosechas **[Acetato 10]**.

TAUNGYA EN OTROS PAISES AFRICANOS

En Sierra Leona, un sistema Taungya semejante a Taungya tradicional y al Taungya departamental utilizado en Nigeria, fue introducido durante este siglo para bajar la presión de la población rural sobre los bosques, y para establecer plantaciones forestales mixtas de especies exóticas con especies nativas [50:50]. La combinación de las especies no resultó como se esperaba porque las exóticas crecieron mucho más rápidamente, lo que perjudicó el crecimiento de las nativas [Koroma, 1981].

Las especies forestales más frecuentes en el sistema Taungya son *Gmelina arborea, Terminalia ivorensis, Terminalia superba, Cordia alliodora* y *Nauclea diderichii*. Entre las especies agrícolas predomina *Oryza sativa*, pero también se siembran *Zea mays, Amaranthus* ssp., *Pisum sativum*, sorgo [*Sorghum bicolor*], *Manihot escuenta* e *Hibiscus esculentus*. Durante el primer año de la plantación el agricultor cuida los árboles y a partir del segundo año, los obreros del Departamento Forestal son los responsables. Después de dos o tres años el agricultor recibe otro terreno para limpiarlo y seguir cultivándolo. El sistema Taungya departamental se aplica especialmente en zonas remotas, donde el proceso de reforestación debe ser rápido. En estos proyectos de reforestación los agricultores trabajan como empleados del Departamento Forestal, pero la cosecha de los cultivos les pertenece a ellos.

Bajo las condiciones de clima tropical húmedo en Sierra Leona, se realizaron experimentos con la introducción de cacao [*Theobroma cacao*] en las plantaciones de maderables. De esa manera, se cambió la vegetación baja natural en las plantaciones por un cultivo de altos ingresos. A partir de este momento, el sistema Taungya se convirtió en un sistema agrosilvicultural permanente. Estos trabajos terminaron en 1960 debido a cambios de personal del Departamento Forestal, y también por problemas del sitio, el cual no era apto para la producción de cacao. Pero en 1976, se empezó nuevamente a introducir cultivos perennes como cacao, café y *Cola acuminata* en plantaciones de *Terminalia ivorensis y T. superba*. El plan es que al momento de la cosecha de los maderables se tala toda la plantación y se renueva con otro ciclo de Taungya.

También, desde 1954, se practica el sistema Taungya en Togo [Nadjombe, 1981]. Al inicio el agricultor pudo elegir libremente la parcela donde iba a limpiar y sembrar, sin control fuerte de la Administración Forestal. El productor pasaba la plantación a manos de la Administración Forestal en cuanto quería sembrar una parcela nueva. El podía sembrar los cultivos agrícolas según su gusto y experiencia, pero no se permitió la siembra de cultivos perennes. Con base en la experiencia hasta el año 1958, se empezó con la demarcación de los terrenos por reforestar. Esto se hizo con el fin de unir áreas reforestadas más grandes, para facilitar el manejo por parte de la Administración Forestal [plantaciones homogéneas de la misma edad]. Además, se permitió solamente la siembra de *Zea mays, Dioscorea trifundata* y *Daucus carota* en asociación con *Tectona grandis*.

El sistema Shamba de Kenia a partir del año 1910

Departamento Forestal (DF)

El DF siembra

Cupressus lusitanica
Pinus patula
Pinus radiata
Eucalyptus spp.
Araucaria spp.
Acacia spp.
Vitex keniensis

La cosecha pertenece al DF

Contrato:

- Productor recibe hasta 4 parcelas (shambas) de 0,5 ha para trabajarlas durante 9 meses de un año.
- Se permite dos años de cultivo por shamba.
- El productor recibe una casa.
- Infraestructura.
- Apoyo para cortar árboles grandes.

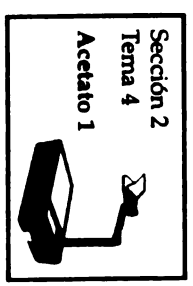
Productores:

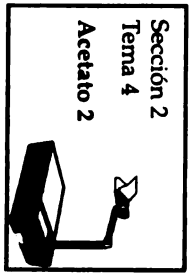
- Obreros forestales.
- Agricultores sin terreno.
- Familias residentes de la zona.

El DF permite al productor sembrar:

Zea mays
Solanum tuberosum
Brassicaceae

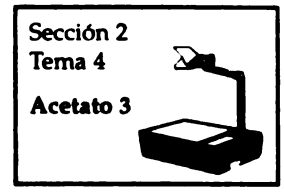
La cosecha pertenece al productor





Condiciones favorables para el éxito del primer sistema Shamba de Kenia

- Disponibilidad abundante de terrenos.
- Presencia de población rural con ganas de trabajar pero sin terrenos propios.
- Existencia de mercados para productos agrícolas.
- Seguridad-protección en los pueblos contra animales silvestres.



Area promedio de una shamba y número de personas involucradas en diferentes zonas de Kenia

Localización	Area total sembrada (ha)	Area promedio de shamba (ha)	Número de hogares	Total de personas
Elgeyo	300	2,0	900	4500
Gathiuru	644	0,7	2444	12220
Hombe	265	0,4	199	995
Kamae	69	0,1	330	1650
Kapagat	232	0,8	240	1200
Kericho	85	0,3	157	785
Kitalale	1100	0,5	104	520
Maji Mazuri	350	1,0	340	1700
Molo	553	1,4	402	2110
Mucheene	165	1,0	165	825
Nabkoi	660	2,0	282	1410
Nessuit	326	0,7	512	2560
N. Kinangop	20	1,0	163	810
N. Marmanet	245	1,0	446	2230
N. Mt. Elgon	30	1,0	160	810
Nzoia	232	1,4	192	962
Sorget	213	1,0	621	3105
S. Marmanet	220	0,4	361	1580
Wanjerere	15	1,0	80	400
TOTAL	5724	17,7	8098	39372
PROMEDIO	301	0,9	426	2072

Fuente: Oduol, 1986.

Modificación del Sistema Shamba de Kenia en 1979

Problema: presión demográfica, más solicitudes que puestos en oferta.

Solución: cambio del estatus del participante. Contrato entre departamento forestal y participante por tiempo completo como "funcionario estatal".

Costos de establecimiento de las plantaciones aumentaron.

"Funcionario estatal" no tenía derecho a sembrar cultivos. No les asignaron terrenos, tenían que alquilarlos.

La modificación del sistema bajó notablemente la cifra de participantes en algunas regiones.

Sección 2
Tema 4
Acetato 5

Limitaciones del sistema Shamba de Kenia modificado en 1979

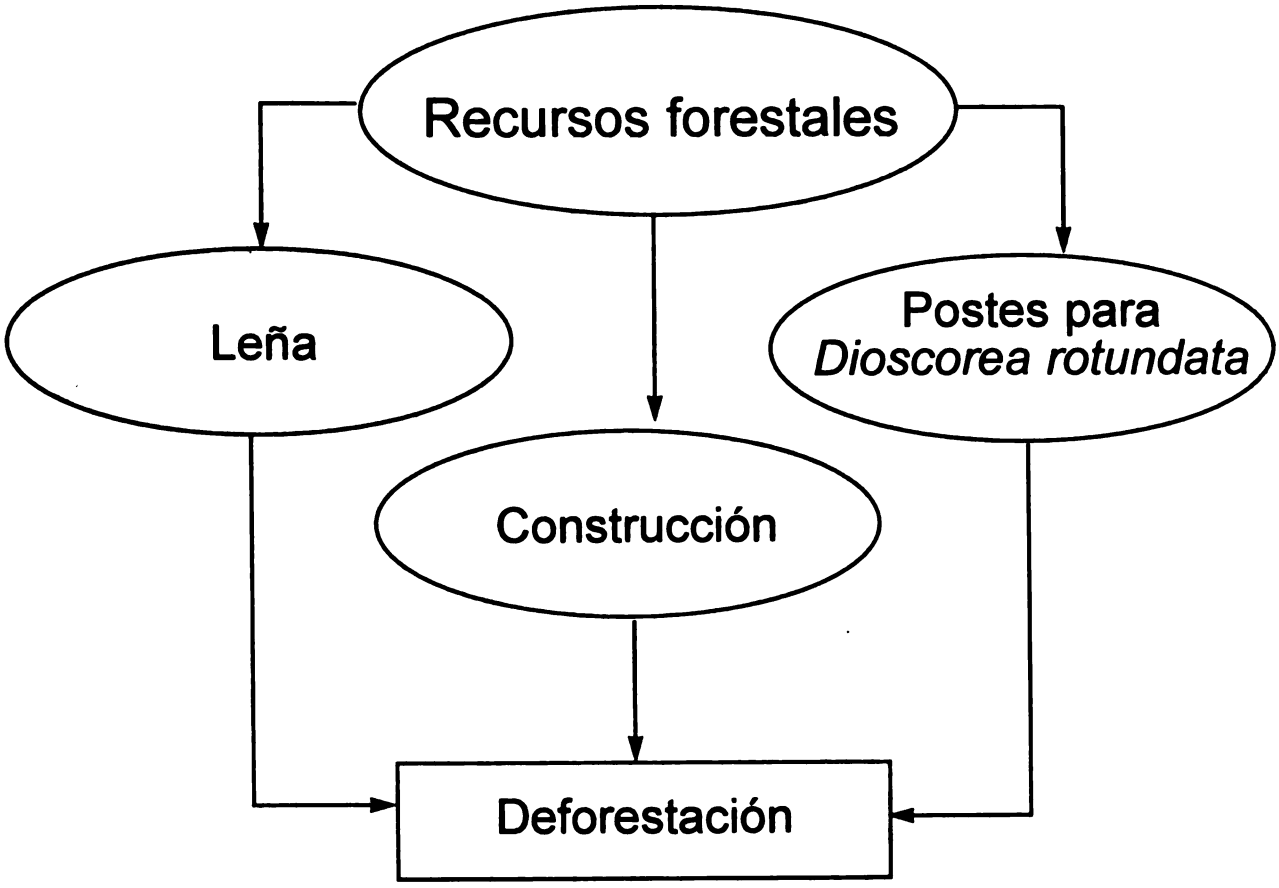
- Solo 3% del terreno nacional apto para el sistema (suelos fértiles, >1000 mm de lluvia).
- Componente social tiene influencia fuerte sobre éxito del sistema.
- El 40% de los incendios forestales inician en las shambas durante la fase de tala y quema.
- Reforestación de pastizales redujo oferta de forraje para animales domésticos y silvestres.
- Alto grado de supervisión para lograr el cumplimiento del reglamento.
- Presión demográfica llevó a tala ilegal.
- En 1987 el Gobierno prohibe la tala de los bosques por completo.

Consideraciones sobre como aprovechar mejor el Sistema Taungya en Kenia (Kiriinya,1994)

- Administración estricta.
- No asignar terrenos en reservas forestales.
- Los productores deben pagar renta razonable para manejar cultivos en plantaciones forestales.
- Establecimiento y mantenimiento de carreteras para facilitar el acceso a zonas remotas.
- Revisión y ajustes frecuentes de las políticas forestales.
- Adaptación del sistema a las condiciones locales.
- Asignar terrenos a productores que tienen un hogar permanente en su propia finca.

Sección 2
Tema 4
Acetato 7

Implementación del sistema Taungya en Nigeria



Solución: Uso múltiple del suelo
• Reforestación con Taungya

El sistema Taungya en Nigeria

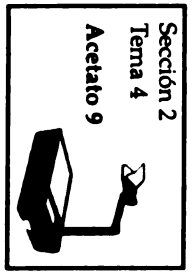
Región	Farmer Western State	Bendel State	Cross River State
Precipitación anual Geología Agencia a cargo de la agricultura	1250 a 1600 mm Rocas primitivas Pequeños agricultores	1500 a 2000 mm Sedimentos arenosos Pequeños agricultores	1700 a 2000 mm Rocas primitivas Departamento Forestal
Año 0 Octubre Noviembre Diciembre	 Demarcación de parcelas Demarcación de parcelas Deshierba	 — — —	 Deshierba, Tala
Año 1 Enero Febrero Marzo Abril Mayo Junio Julio Agosto Setiembre Octubre Noviembre Diciembre	 Deshierba Tala Quema Siembra de cultivos (maíz y melón) Prepararación de eras para ñame. Siembra de ñame después de germinación de maíz Siembra de los árboles Cosecha maíz y melón Cosecha melón Siembra yuca Siembra maíz Cosecha maíz Cosecha de ñame	 Deshierba Quema Siembra cultivos (maíz y melón) Siembra de ñame en eras Siembra de los árboles Cosecha de maíz Cosecha ñame	 Quema Siembra de maíz Cosecha maíz Siembra yuca Siembra maíz Cosecha maíz
Año 2 Enero Abril-Agosto Julio Diciembre	 Cosecha yuca	 Siembra yuca	 Cosecha yuca
Año 3 Enero-Marzo		Cosecha yuca	

Fuente: Lowe, 1974.

Producción de madera de *Gmelina arborea* en Taungya privado en Nigeria

Año	Actividad
1	Siembra *Gmelina arborea.* Siembra y cosecha de cultivos (maíz, yuca, ñame).
2-5	Rotación de *Gmelina arborea.* En el quinto año, el 90% de los árboles sobreviven, de éstos el 20% se usa para construcción,el resto para leña, postes y ramas para soporte de ñame.
6 (inicio del 2º ciclo)	Siembra y cosecha de cultivos. Deshije de rebrotes de *Gmelina arborea* a los tres meses.
7-10	Rotación de *Gmelina arborea.*
11 (inicio del 3er ciclo)	Siembra y cosecha de los cultivos. Deshije de rebrotes de *Gmelina arborea.*

Fuente: Akachuku, 1985.



Producción del sistema Taungya con *Gmelina arborea* en Nigeria

Producto	Rendimiento/ha después de una rotación de 5 años
Madera para construcción	6,0 m^3
Leña	180,0 m^3
Soportes	2,5 m^3
Ñame	10,0 t
Yuca	20,0 t
Maíz	3,0 t

De los tres cultivos mencionados se sembró solamente una especie por rotación.

Fuente: Akachuku, 1985.

Tema 5

El Sistema Taungya en América Central (Estudios de Investigación)

INTRODUCCION

Con el objetivo de aumentar las áreas de reforestación y con el apoyo de agencias internacionales, algunos países como Costa Rica, están desarrollando e implementando programas de incentivos forestales [incentivos fiscales o de reconocimiento económico]. De ahí que la necesidad de mejorar las tecnologías de reforestación que ofrecen ingresos adicionales a corto plazo, especialmente al principio, cuando los insumos de la plantación son altos, sigue siendo importante, además de demostrar que es rentable. Los sistemas de reforestación que no requieren de incentivos externos para ser implementados a largo plazo, pueden llevar a programas de reforestación sostenibles.

En América Central la adopción del sistema Taungya a mayor escala todavía es escasa pero con resultados promisorios [p.ej. Finca La Tite, San Carlos, Costa Rica]. La información disponible en la literatura, más que todo, se refiere a resultados de estudios de investigación sobre aspectos como la distancia entre árboles y cultivos, o la asociación de diferentes especies forestales y especies agrícolas. Por ende, este capítulo presentará resultados de estudios realizados en Costa Rica y Guatemala, como ejemplos de investigación del sistema Taungya en América Central.

ESTUDIOS SOBRE EL SISTEMA TAUNGYA EN COSTA RICA

Estudios sobre el sistema Taungya realizados en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE] en Turrialba

El CATIE, en su finca experimental [bosque muy húmedo premontano, 22,2 °C, 2670 mm/año, suelos de origen volcánico] realizó una serie de estudios sobre el sistema Taungya entre los años 1962 y 1979, con las especies forestales *Cordia alliodora, Tectona grandis, Swietenia humilis* y *Cupressus lusitanica* [Aguirre, 1963], *Eucalyptus deglupta* [Aguirre, 1977], *Gmelina arborea* [Fernández, 1978] y *Terminalia ivorensis* [Magne, 1979]. Se asociaron los árboles sobre todo con rotaciones de maíz y frijol. En el estudio de Aguirre [1963] además se sembraron *Coriandum sativum, Cucumis sativum, Cucurbita maxima, Manihot esculenta* y *Sechium edulis* **[Acetato 1]**.

Como resultado más destacado de estos estudios se comprobó que en ese tiempo, el asocio de plantaciones forestales con las especies forestales mencionadas anteriormente con cultivos anuales era superior económicamente a las plantaciones puras. Por ejemplo, en el caso de la siembra

de *Eucalyptus deglupta*, el sistema Taungya con *Zea mays* redujo los costos de la plantación de un 55 hasta 66%. Los cultivos, en general, no tuvieron efectos negativos sobre el crecimiento de los árboles durante los primeros 12 meses. Por otra parte, la aplicación de fertilizantes favoreció el crecimiento de *Eucalyptus deglupta* pero no era económico [Aguirre, 1977]. En el caso de *Gmelina arborea*, por su crecimiento rápido, era necesario podar las cuatro ramas más bajas a los seis meses, para reducir la competencia por luz que perjudicó al cultivo de maíz [Fernández, 1978]. La producción de frijol y maíz durante los primeros 10 meses cubrió los gastos de establecimiento y mantenimiento de esta plantación. Los resultados de los estudios en Turrialba motivaron a continuar la investigación del sistema Taungya en fincas privadas en los años 80.

Laurel y eucalipto con maíz y yuca en Talamanca

En 1987, en el marco del Proyecto CATIE/GTZ, en el valle del río Sixaola, Talamanca [temperatura media anual 24 a 27 °C, precipitación de 1900 a 2400 mm/año, suelos aluviales], se diseñó un ensayo del sistema Taungya, con el objetivo de evaluar el efecto de la competencia entre dos especies forestales: laurel [*Cordia alliodora*] y eucalipto [*Eucalyptus deglupta*] y dos especies agrícolas: maíz [*Zea mays*] y yuca [*Manihot esculenta*], sobre el crecimiento y rendimiento de los componentes del sistema hasta el año dos, cuando terminó la asociación con los cultivos [Schlönvoigt, 1993]. Se trabajó con diferentes distancias entre árboles y cultivos aplicando un diseño experimental sistemático **[Acetato 2]**. Este diseño es derivado del "fan-design" propuesto por Nelder en 1962. La parcela experimental es como una parte de un pastel, donde se aumenta gradualmente la distancia entre dos hileras adyacentes. De esta manera se aumenta el espacio disponible para sembrar cultivos o como en este experimento, la distancia entre árboles y cultivos **[Acetato 3]**. En el diseño aplicado no se cambiaron las distancias entre los árboles de la misma hilera.

El manejo principal del sistema incluyó el control químico de malezas, antes de sembrar los árboles y cultivos a mano, rodajear los árboles cada mes durante el primer año y controlar las malezas manualmente en las parcelas forestales puras. Las plagas y enfermedades se controlaron químicamente para evitar una interacción de éstas con los efectos de la competencia. No se aplicaron fertilizantes. No se podaron los árboles durante los primeros dos años para estudiar el efecto de los cultivos sobre la formación de la copa.

Se detectó que *C. alliodora* no pudo competir, en el crecimiento de altura, con el maíz hasta el final del segundo ciclo del cultivo, pero se observó una respuesta positiva [altura y dap] al aumento de las distancias entre árbol y cultivo **[Acetato 4]**. *E. deglupta*, por otro lado, después del primer ciclo de maíz, superó al cultivo de maíz, aún a una distancia entre árbol y cultivo de 40 cm. Este efecto estuvo relacionado con el crecimiento diferente de las dos especies forestales. *C. alliodora* crece periódicamente [Hallé *et al.*, 1978], es decir, el tallo principal termina su crecimiento apical mientras que el árbol produce la nueva horqueta de ramas. En competencia con cultivos de alto crecimiento esta especie pierde al competir por luz cuando está formando la horqueta. *E. deglupta* es una especie de crecimiento continuo, una característica muy favorable para su uso en el sistema Taungya. El árbol no para su crecimiento en altura, que es el factor más importante en la competencia por luz.

El diámetro basal de las dos especies forestales incrementó significativamente con el aumento del espacio por árbol, pero *C. alliodora* fue la especie más afectada **[Acetato 5]**. Los rendimientos de maíz dependen de la competencia recibida de los árboles y del número de plantas por hectárea. Así, los rendimientos bajaron más rápidamente en la asociación con *Eucalyptus deglupta* que con *Cordia alliodora* **[Acetato 6]**.

La asociación de ambas especies forestales con *Manihot esculenta* no resultó satisfactoria, posiblemente porque la variedad de yuca elegida tuvo un crecimiento muy agresivo y la densidad del cultivo resultó muy alta para esta variedad. El crecimiento de *Cordia alliodora* fue suprimido casi completamente hasta la cosecha del cultivo **[Acetato 7]**. *Eucalyptus deglupta* pudo desarrollarse solamente a una distancia de 120 cm entre árbol y cultivo. A menores distancias el desarrollo de esta especie se redujo, resultando en portes muy débiles **[Acetato 8]**. Con base en los resultados se recomendó la siembra de maíz a una distancia de 1,00 a 1,20 m de *C. alliodora* y de 0,40 a 0,60 m de *E. deglupta*. No se recomendó la asociación con yuca para ninguna de las especies. Es posible que otras variedades de yuca que tengan un crecimiento menos agresivo se comporten mejor.

Laurel y mangium con maíz y jengibre

En 1988, el proyecto CATIE/GTZ diseñó e implementó otro experimento con el sistema Taungya en una finca en el valle del río Sixaola, Talamanca [temperatura media anual 24 a 27 °C, precipitación de 1900 a 2400 mm/año, suelos aluviales], con laurel [*Cordia alliodora*] y mangium [*Acacia mangium*], sembrados a 3 m x 6 m, en comparación con el sistema de plantación pura, con espaciamientos de 3 m x 3 m [Lucas *et al.*, 1994]. El objetivo de esta plantación fue el establecimiento de un sistema agrosilvicultural permanente, es decir, establecer la sombra permanente por medio del sistema Taungya, para un cultivo perenne que tolera o requiere sombra. Durante la fase Taungya, que duró un poco más de dos años, se sembraron tres rotaciones seguidas de maíz **[Acetato 9]**. Después se cultivó, por casi un año, jengibre [*Zingiber officinale*]. Se terminó la fase Taungya con la introducción del frutal arbustivo arazá [*Eugenia stipitata*]. El sistema Taungya recibió fertilizantes en el segundo año para el cultivo de jengibre [174 kg de N, 65 kg de P, 138 kg de K por hectárea] y a partir del año 2,5 para el cultivo de arazá [205 kg de N, 66 kg de P y 81 kg de K por hectárea].

Al año 1,5, en comparación con la plantación pura, la asociación con maíz redujo tanto la altura **[Acetato 10]** como el crecimiento diametral de *Acacia mangium* **[Acetato 11]**. Posiblemente, esto fue un efecto de la intensidad alta de las resiembras de *Acacia mangium* en todo el ensayo [73% entre el mes 4 y 8 debido a enfermedades o ataque de ratones], que resultó en una mayor suceptibilidad de los árboles resembrados debido a la competencia generada por el cultivo. El crecimiento inicial de *Cordia alliodora* no fue afectado por la asociación con maíz. Los datos del año 5 mostraron un mayor crecimiento diamétrico y de altura de los árboles de ambas especies en las parcelas agrosilviculturales [sobre todo en *C. alliodora*]. Lucas *et al.* [1994] relacionaron este efecto con la densidad de los árboles en plantación pura y con el sistema Taungya. En plantación pura la densidad de los árboles siempre fue mayor [3 m x 3 m vrs 3 m x 6 m] que la densidad en el sistema Taungya, a pesar de que se realizaron raleos **[Acetato 12]**. El mejor crecimiento de los árboles también puede estar relacionado con la fertilización de los cultivos, que también beneficia al componente forestal.

Al año 5, las especies forestales lograron mayores índices de crecimiento y sobrevivencia en el sistema agrosilvicultural que en la plantación pura. El crecimiento en área basal y en volumen de *Cordia alliodora*, en asociación con cultivos superó a *Acacia mangium* en los dos sistemas [puro y asociado] y a *Cordia alliodora* en plantación pura **[Acetatos 13 y 14]**.

El maíz obtuvo los mayores rendimientos como monocultivo y en asociación con *Acacia mangium*. Probablemente eso fue causado por el menor grado de competencia de *A. mangium*, dado que presentó problemas durante su etapa de establecimiento. Posiblemente, hubo también una interacción con los residuos de esta especie forestal, ya que se trata de una leguminosa con altos contenidos de N.

La productividad del maíz disminuyó fuertemente en la tercera cosecha, debido a la interacción entre la disminución de la fertilidad del suelo y el aumento de la sombra de los árboles que alcanzaron una altura de 4 a 6 m a la edad de 1,5 años **[Acetato 15]**.

El jengibre produjo menos de la mitad de la producción que se obtuvo del monocultivo [8 a 9 t/ha < 23,5 t/ha]. En asocio, el número de plantas de jengibre fue solo el 50% del número en parcelas de monocultivo, lo cual explica la mayor parte de la diferencia en rendimientos por hectárea.

La comparación económica del sistema agrosilvicultural con la plantación pura se permite solamente para la fase Taungya. Ya que, hasta ahí, en los dos sistemas, el objetivo es principalmente la producción de madera. Con la introducción del cultivo frutal el manejo del sistema agrosilvicultural también tiene que tomar en cuenta las necesidades del cultivo. El sistema mixto, al final no es una reforestación con énfasis en el componente forestal, sino una producción agroforestal, en la cual el componente agrícola domina **[Acetato 16]**. Bajo ciertas circunstancias que se mencionarán más adelante y dependiendo del objetivo de producción, puede ser interesante transformar una plantación forestal a un sistema agroforestal con mayor énfasis sobre el cultivo.

A nivel de reforestación en fincas, la reforestación pura se dirige a los agricultores que tienen una relación tierra/mano de obra alta [Platen, 1996]. Ellos disponen de mucha tierra pero no tienen la suficiente mano de obra o no la pueden pagar para manejar todo el terreno intensivamente. Además, no dependen de inmediato de los ingresos de la plantación. El sistema no requiere de altas inversiones por hectárea, pero requiere de tiempo. En el caso de que falte mano de obra, es económico emplear mano de obra contratada. Aunque todos los índices económicos no han sido muy elevados, una producción de este tipo se considera muy sólida por su bajo riesgo **[Acetato 17]**.

Una opción interesante para agricultores con limitaciones de mano de obra y capital, pero con suficiente tierra, es la siembra de árboles en forma rotativa. Cada uno o dos años se inicia una nueva parcela de reforestación, sembrando cultivos anuales con árboles. Cuando termina la rotación de la especie maderable en la primera parcela se empieza el nuevo ciclo. De esta manera, disminuyen los costos por año y los benficios se distribuyen en varios años. Gradualmente, estas siembras pueden resultar en una forestería tradicional. Sin embargo, los lotes por sembrar en cada período no pueden ser demasiado pequeños, para evitar que los costos fijos aumenten el costo total por árbol.

El sistema agrosilvicultural permanente es más recomendable para agricultores con poca tierra, pero con alta disponibilidad de mano de obra y, en caso de cultivos muy exigentes, capital para los primeros años [Platen, 1996]. A mediano plazo la producción devuelve esta inversión y proporciona altos beneficios por hectárea, dado que hay un mercado estable para el producto obtenido.

No obstante, por los problemas de un mercadeo no organizado, el riesgo para un cultivo como arazá es grande. Además, sólo el mercado internacional puede absorber las grandes cantidades del producto que resultarían de su productividad alta [posiblemente más de 20 ton. de pulpa fresca/ha/año] [Platen, 1996].

A pesar de que en este ensayo el sistema Taungya no mostró una rentabilidad elevada de la tierra, la ventaja del sistema es que retorna parte del capital invertido en la reforestación mucho antes de la cosecha de los árboles. Como los beneficios de la parte agrícola son apreciables, la mano de obra en los primeros años puede ser la misma fuerza laboral que se emplearía en otra actividad comercial.

ESTUDIOS SOBRE EL SISTEMA TAUNGYA EN GUATEMALA

En Guatemala, como en otros países latinoamericanos, la demanda por terrenos agrícolas y productos forestales está creciendo notablemente. Esto se nota especialmente en las zonas altas, debido a los efectos causados por el sobreuso de los suelos o el uso de suelos no aptos para la agricultura, lo que tiene un efecto ambiental negativo. Por ejemplo, anualmente en la cuenca alta del río Achiguate [1800 a 2200 msnm, 15 a 17°C, 2000 mm de lluvia/año, suelos de origen volcánico], el país pierde un 4% de sus bosques naturales. Bajo la presión demográfica esperada, los recursos forestales habrán desaparecido para el año 2010. Durante el período de 1987 a 1992 se realizó un estudio en esta región, con el objetivo de desarrollar alternativas de uso de la tierra para fincas pequeñas, con el fin de que los agricultores pudieran producir leña y alimentos en el mismo terreno, con rendimientos satisfactorios [Leiva, 1993] **[Acetato 18]**.

Las parcelas de investigación se implementaron en fincas privadas donde se estudiaron las especies forestales *Casuarina equisetifolia, Alnus acuminata* y *Eucalyptus globulus* y una rotación de maíz con frijol en plantación pura y en un sistema Taungya privado, asociando especies forestales y agrícolas. Las especies forestales se plantaron a 3 m x 2 m y los cultivos agrícolas a 1 m x 1m [4 semillas de cada especie por golpe]. Los cultivos fueron sembrados según la costumbre de los agricultores, durante los primeros tres años después del establecimiento de la plantación. Primero se sembró el maíz. Al tiempo de su madurez se doblaron las plantas de maíz para favorecer el proceso de secado de las mazorcas en el campo y se cortaron las hojas de las plantas de maíz. Después, se sembraron los frijoles al pie de las plantas de maíz. Los frijoles treparon sobre el maíz que les sirvió como soporte.

El control de malezas se realizó dos veces al año; además, se aplicaron fertilizantes [Urea, 46% N; N-P-K:20-20-0]. Los cultivos fueron sembrados durante los primeros tres años obteniendo una cosecha por cultivo al año. Las plantaciones puras recibieron dos controles de malezas pero no recibieron fertilizantes. Además, las especies *Alnus acuminata* y *Eucalyptus globulus*, tanto en plantación pura como en el sistema Taungya, fueron podadas durante los primeros tres años, a una altura de 40 a 50% de la altura total, para favorecer el crecimiento de los cultivos y cosechar leña . Los resultados de este estudio fueron:

El asocio de los cultivos con las especies forestales no tuvo ningún efecto sobre el crecimiento de las variables altura **[Acetato 19]**, diámetro a la altura del pecho **[Acetato 20]** y diámetro de la copa **[Acetato 21]**. *Eucalyptus globulus* creció más en altura que todas las especies, mientras que *Alnus acuminata* obtuvo los mayores diámetros del tallo [dap] y de la copa. Por su parte, *Casuarina equisetifolia* mostró un crecimiento reducido en comparación con las otras dos especies, posiblemente por su menor adaptación al sitio de investigación.

El sistema Taungya afectó el crecimiento de las raíces. Esto se debe principalmente a que el manejo del suelo para los cultivos provocaba el corte de las raíces de los árboles frecuentemente. En comparación con los árboles en plantación pura, la extensión horizontal fue reducida y en el caso de *E. deglupta* la extensión vertical aumentó **[Acetato 22 y 23]**.

Las especies forestales tuvieron un efecto adverso sobre los rendimientos de los cultivos a partir del segundo año **[Acetato 24]**. En relación con el crecimiento de la especie forestal asociada, la reducción fue mayor bajo las especies *E. globulus* y *A. acuminata*. En el caso de *E. globulus* la influencia fue mayor que en el caso de *A. acuminata*, aunque el crecimiento de esta última fue ma-

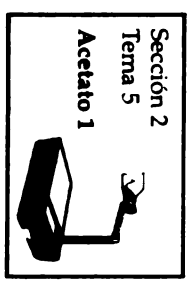
yor. Posiblemente la competencia interespecífica entre raíces, la competencia por agua y/o un efecto alelopático de parte de la especie *Eucalyptus* causó este efecto. *E. globulus* redujo la humedad del suelo a 25%, mientras que las otras dos especies la redujeron a un 78% [*C. equisetifolia*] y a un 85% [*A. acuminata*].

El análisis financiero de las inversiones forestales y agroforestales se realizó considerando los costos de producción y los ingresos a lo largo de cinco años. En los costos de producción se incluyeron las labores y los insumos para semilla, árboles, etc. Los ingresos directos se obtuvieron por la venta de las cosechas de maíz y frijol realizadas del primer al cuarto año y la venta de leña en el quinto año. Financieramente los sistemas agroforestales y el sistema agrícola resultaron mejor que las plantaciones forestales puras. Si se considera el valor de servicio ambiental de los sistemas agroforestales estos presentan la mejor opción para el uso del suelo en la cuenca alta del río Achiguate en Guatemala. Las plantaciones forestales puras no resultaron rentables en el caso de *A. acuminata* y *C. equisetifolia.*

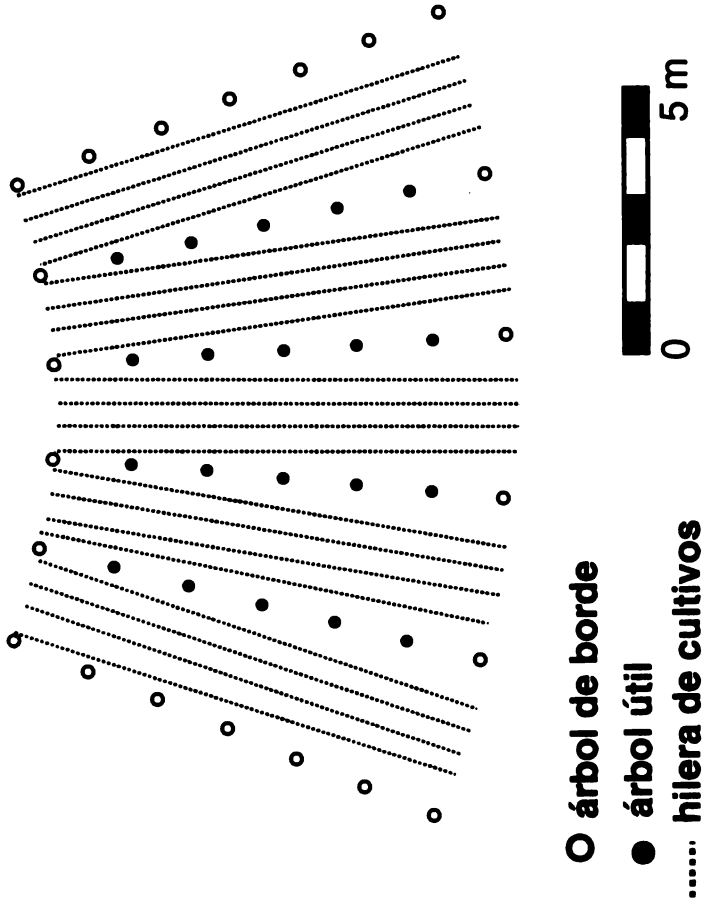
El autor también menciona el impacto social positivo del proyecto. Las parcelas se utilizaron para días de campo y visitas de técnicos de organizaciones nacionales e internacionales. Al tercer año, mediante actividades de seguimiento, algunos productores empezaron a experimentar la técnica en sus propias fincas. Se aprovechó la experiencia de un agricultor quien estableció parcelas en laderas, para llevar a grupos de productores a estos sitios. Al quinto año hubo 45 agricultores que aplicaban el sistema Taungya en sus fincas [**Acetato 25**]. Los mismos productores empezaron a sembrar otra especie: *Grevillea robusta* y experimentaron con otras distancias entre los árboles. Para dar seguimiento a estos buenos resultados se pretende monitorear estos esfuerzos con un proyecto de desarrollo agroforestal participativo.

Crecimiento inicial de árboles maderables en plantación pura y en Taungya en Turrialba, Costa Rica

Especie	Cultivos	Período de observación	Plantación pura		Sistema Taungya		Fuente de información
			Altura (cm)	Diámetro basal (mm)	Altura (cm)	Diámetro basal (mm)	
Cordia alliodora	Maíz Yuca	6 meses	51	10	48	8	Aguirre, 1963
Cupressus lusitanica	Culantro Calabaza		42	4	39	4	
Swietenia humilis	Frijol Pepino		29	10	30	10	
Tectona grandis	Chayote		60	60	17	37	
Cordia alliodora	Maíz	11 meses	162	34	169	38	Muñoz, 1975
Eucalyptus deglupta	Maíz	12 meses	431	34	469	40	Aguirre, 1977
Gmelina arborea	Maíz Frijol	10 meses	304	83	253	68	Fernández, 1978
Terminalia ivorensis	Maíz Frijol Caupí	10 meses	89	16	118	24	Magne, 1979



Diseño experimental para estudios de competencia en un Sistema Taungya



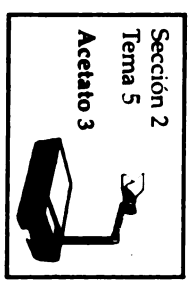
Fuente: Schlönvoigt, 1993.

Distancias, áreas y densidades de árboles y cultivos aplicadas en el estudio de competencia en un Sistema Taungya en Baja Talamanca, Costa Rica.

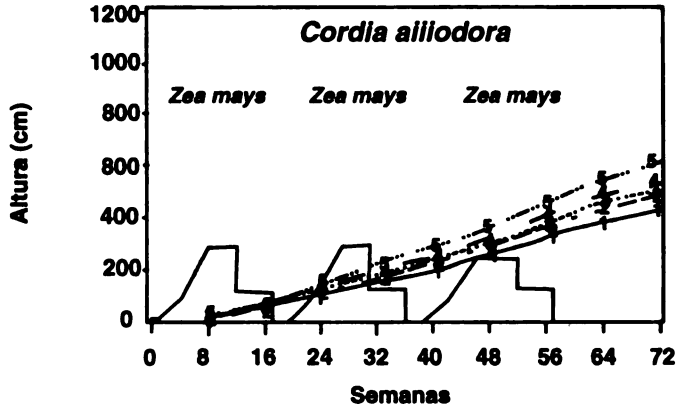
DA (m)	A/A (m^2)	DAC (m)	Arboles (ha)	*Zea mays* (Plantas/ha)	*M. esculenta* (Plantas/ha)
2,55 x 2,80	7,14	0,20	1400	67227	16807
2,55 x 3,20	8,16	0,40	1225	58824	14706
2,55 x 3,60	9,18	0,60	1089	52288	13072
2,55 x 4,00	10,20	0,80	980	47059	11765
2,55 x 4,40	11,22	1,00	891	42781	10695
2,55 x 4,80	12,24	1,20	817	39216	9804
2,55 x 5,20	13,26	1,40	754	36199	9050

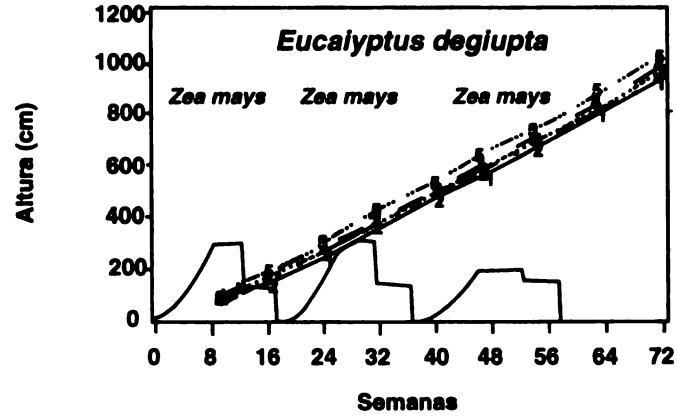
DA = Distancia entre árboles
A/A = Area ocupada por cada árbol
DAC = Distancia entre árboles y cultivos

Fuente: Schlönvoigt, 1993.



Crecimiento en altura de *Cordia alliodora* y *Eucalyptus deglupta*, en un sistema Taungya con *Zea mays*, en Baja Talamanca, Costa Rica.





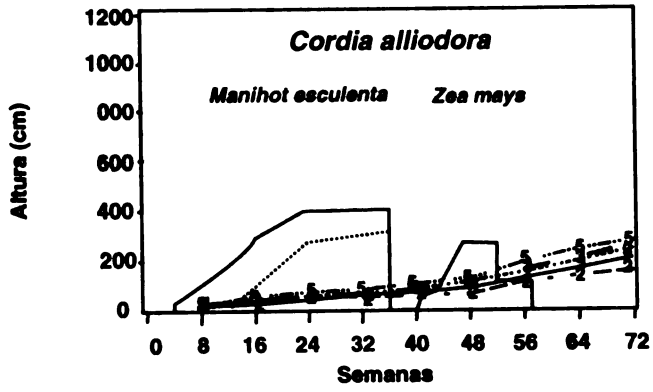
LEYENDA

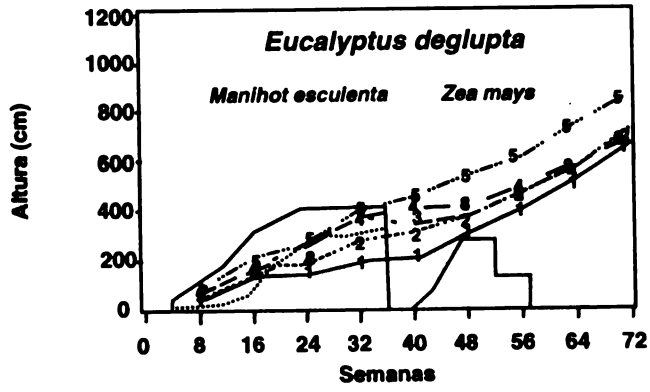
Distancia árbol- cultivo	Código
40 cm	1
60 cm	2
80 cm	3
100 cm	4
120 cm	5
Altura del cultivo	

Fuente: Schlönvoigt, 1993.

Sección 2
Tema 5
Acetato 5

Crecimiento en altura de *Cordia alliodora* y *Eucalyptus deglupta*, en un sistema Taungya con *Manihot esculenta* y *Zea mays*, en Baja Talamanca, Costa Rica.



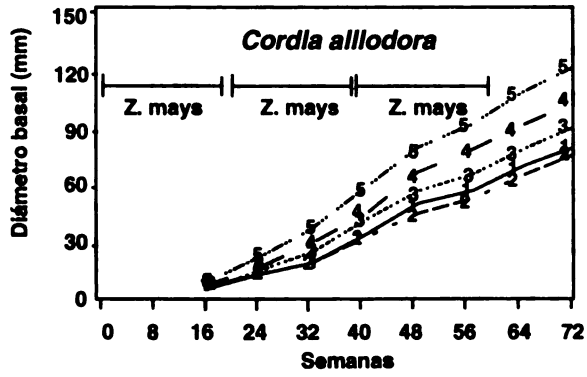


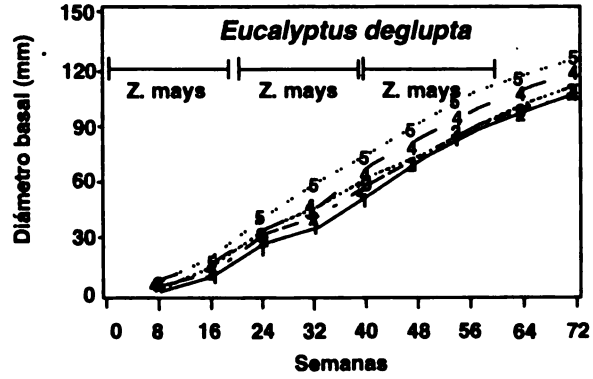
LEYENDA

Distancia árbol- cultivo	Código
40 cm	1
60 cm	2
80 cm	3
100 cm	4
120 cm	5
Altura del Cultivo	
Altura de copa de *M. esculenta*	

Fuente: Schlönvoigt, 1993.

Crecimiento en diámetro basal del tallo de *Cordia alliodora* y *Eucalyptus deglupta*, en un sistema Taungya con *Zea mays*, en Baja Talamanca, Costa Rica.





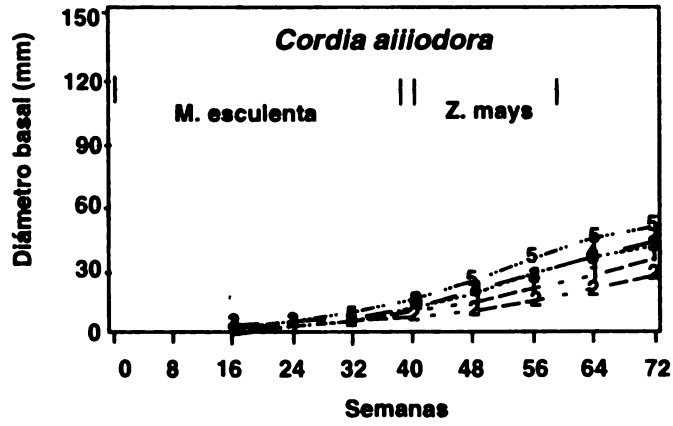
LEYENDA

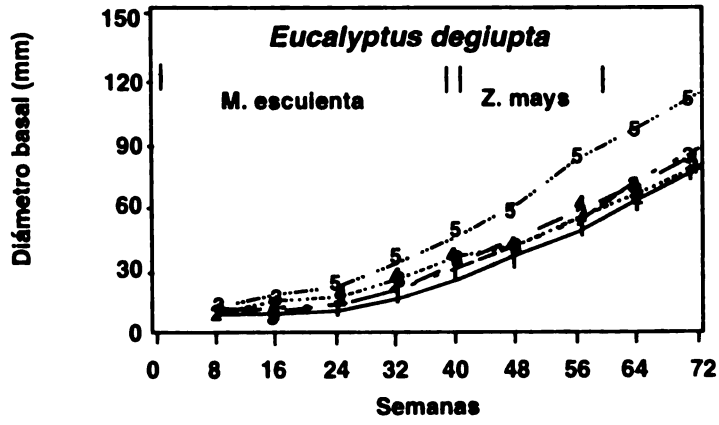
Distancia árbol- cultivo	Código
40 cm	1
60 cm	2
80 cm	3
100 cm	4
120 cm	5
Período de cultivo	

Fuente: Schlönvoigt, 1993.

Sección 2
Tema 5
Acetato 7

Crecimiento en diámetro basal del tallo de *Cordia alliodora* y *Eucalyptus deglupta*, en un sistema Taungya con *Manihot esculenta* y *Zea mays*, en Baja Talamanca, Costa Rica.





LEYENDA

Distancia árbol- cultivo	Código
40 cm	1
60 cm	2
80 cm	3
100 cm	4
120 cm	5
Período del cultivo	| |

Fuente: Schlönvoigt, 1993.

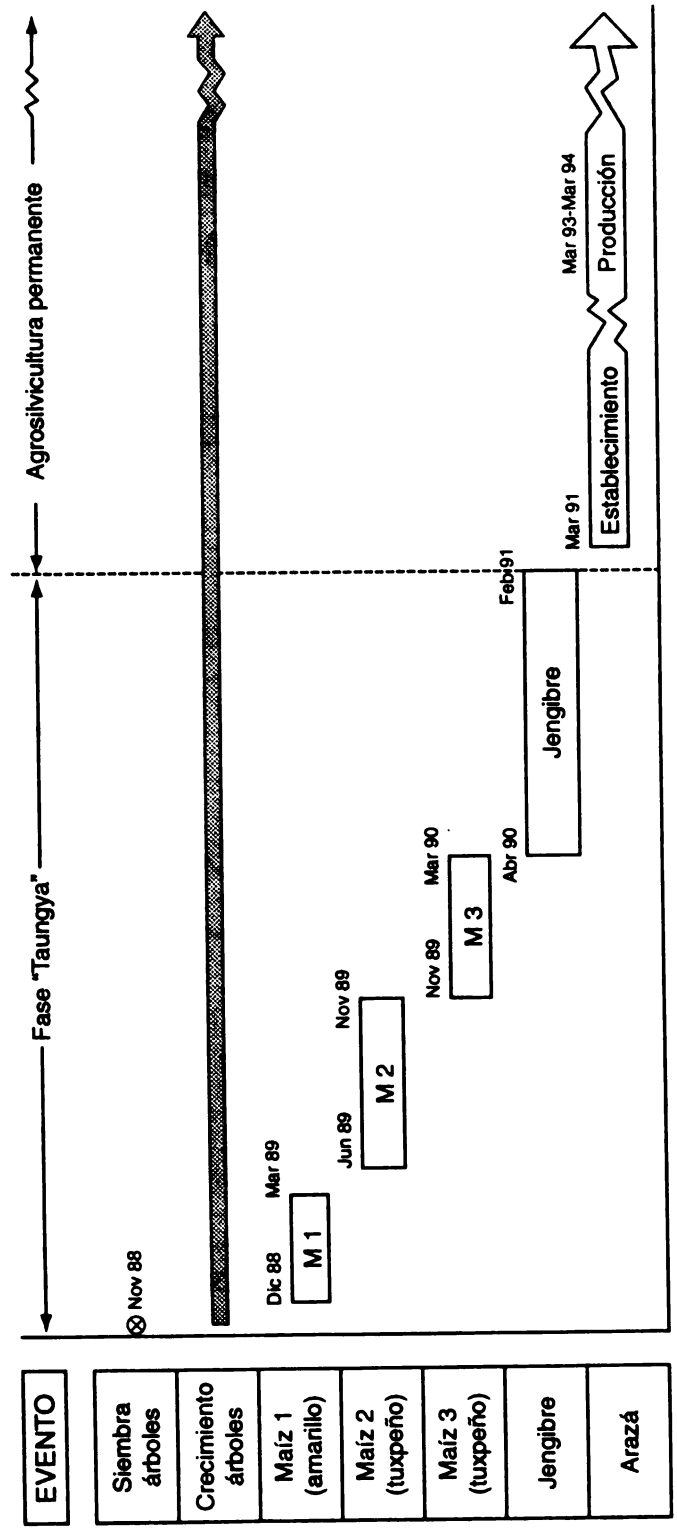
Rendimiento de *Zea mays* (t/ha) en asocio con *Eucalyptus deglupta* y *Cordia alliodora* en tres cosechas en monocultivo a diferentes distancias entre árbol y cultivo, en Baja Talamanca, Costa Rica.

Distancia árbol cultivo (cm)	Asociado con *Cordia alliodora*			Asociado con *Eucalyptus deglupta*		
	Cosecha 1	Cosecha 2	Cosecha 3	Cosecha 1	Cosecha 2	Cosecha 3
40	2,64	2,67	2,16	2,86	2,56	0,11
60	2,79	3,10	2,61	2,83	2,13	0,15
80	2,74	2,86	2,36	2,73	2,33	0,12
100	2,54	2,75	1,93	2,43	2,09	0,07
120	2,40	2,46	1,62	2,31	1,77	0,11

Fuente: Schlönvoigt, 1993

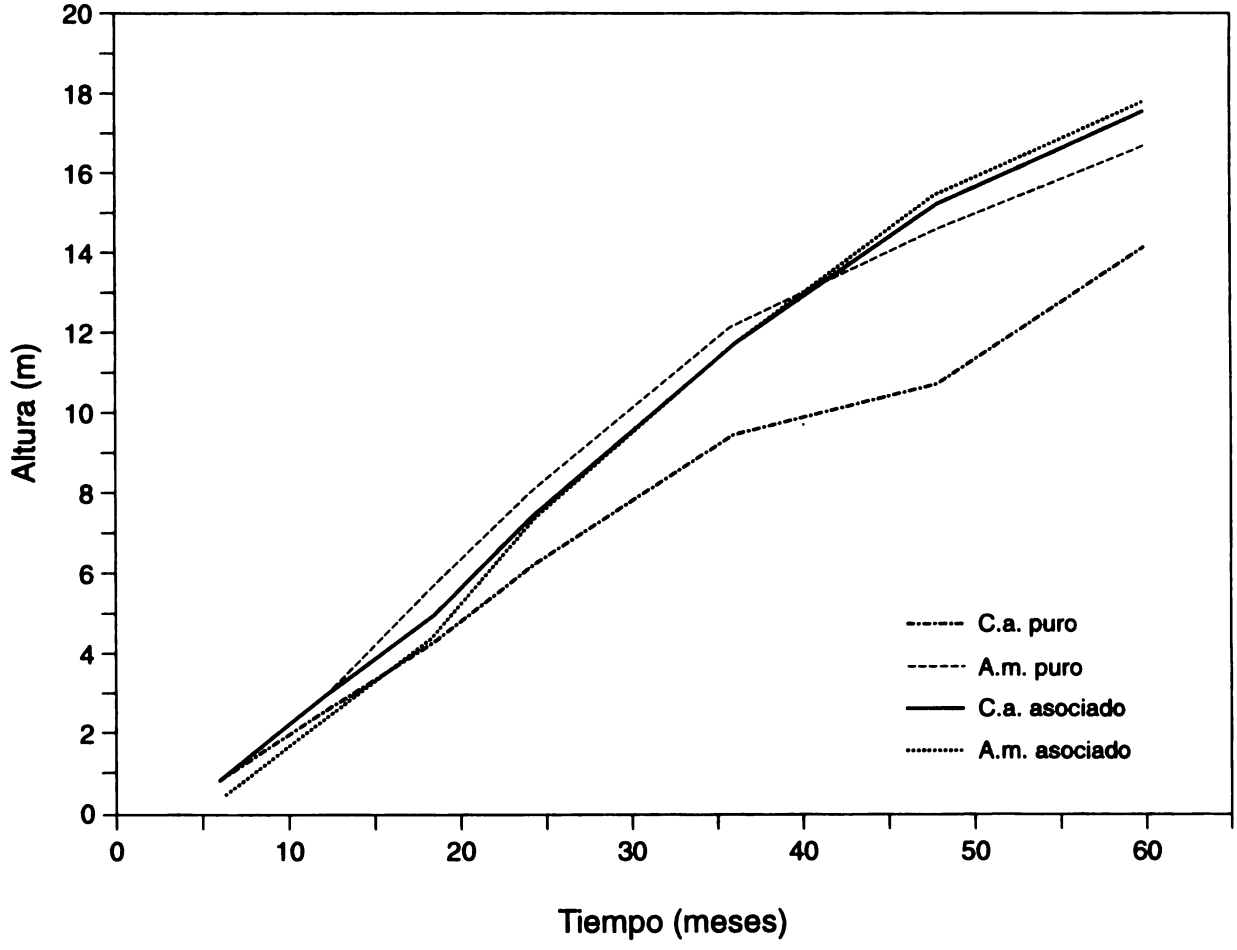
Sección 2
Tema 5
Acetato 9

Cronograma de un sistema agrosilvicultural con *Cordia alliodora* y *Acacia mangium* y tres cultivos en Baja Talamanca, Costa Rica.



Fuente: Lucas *et al.*, 1995.

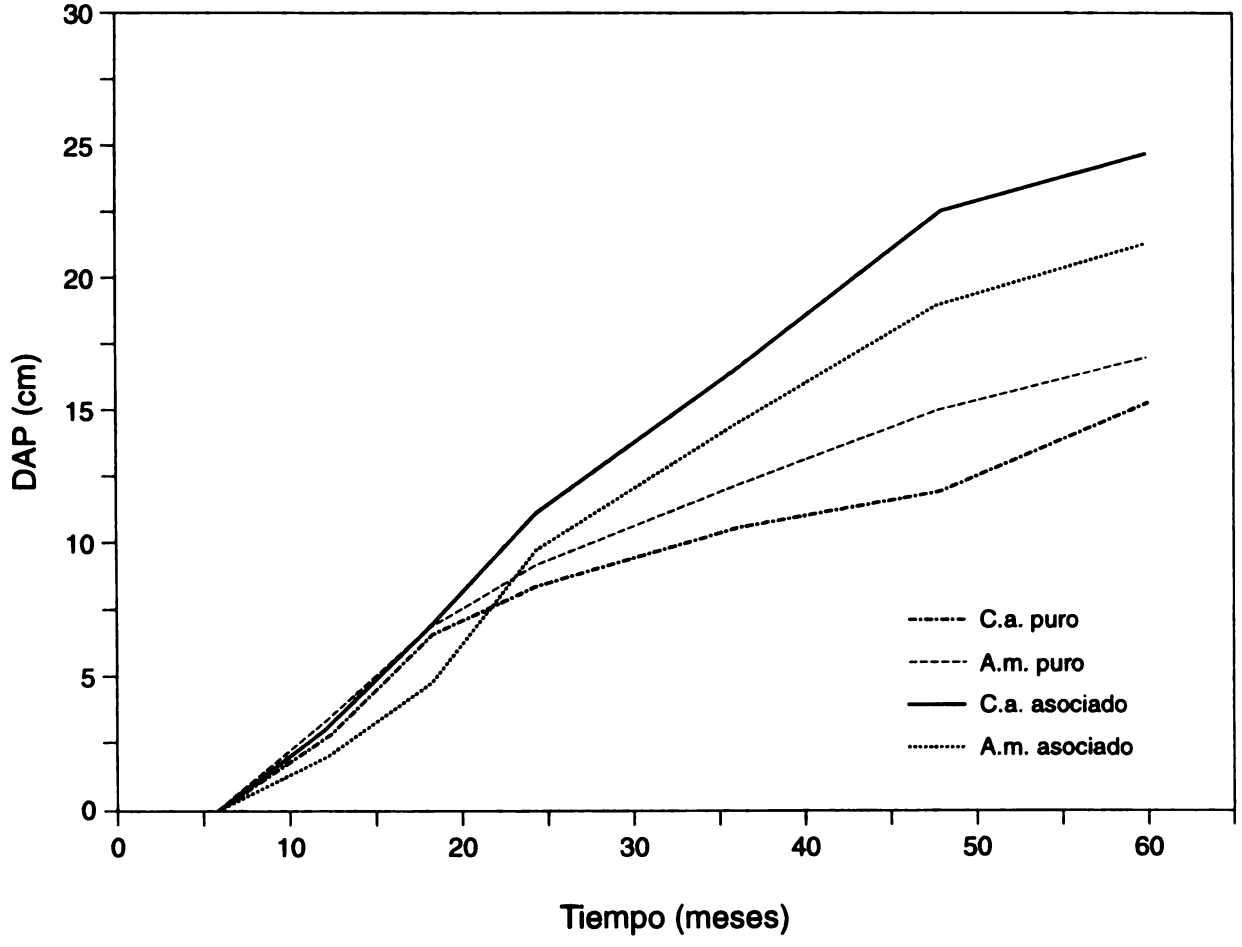
Crecimiento en altura de *Cordia alliodora* (C. a.) y *Acacia mangium* (A. m.), en plantación pura y en un sistema agrosilvicultural en Baja Talamanca, Costa Rica.



Fuente: Lucas *et al.*, 1995.

Sección 2
Tema 5
Acetato 11

Crecimiento en diámetro del tallo (DAP) de *Cordia alliodora* (C. a.) y *Acacia mangium* (A. m.), en plantación pura y en un sistema agrosilvicultural en Baja Talamanca, Costa Rica.



Fuente: Lucas *et al.*, 1995.

Densidades de las especies forestales (árboles/ha, promedio de cuatro parcelas) en monocultivo y en un sistema agrosilvicultural en Baja Talamanca, Costa Rica

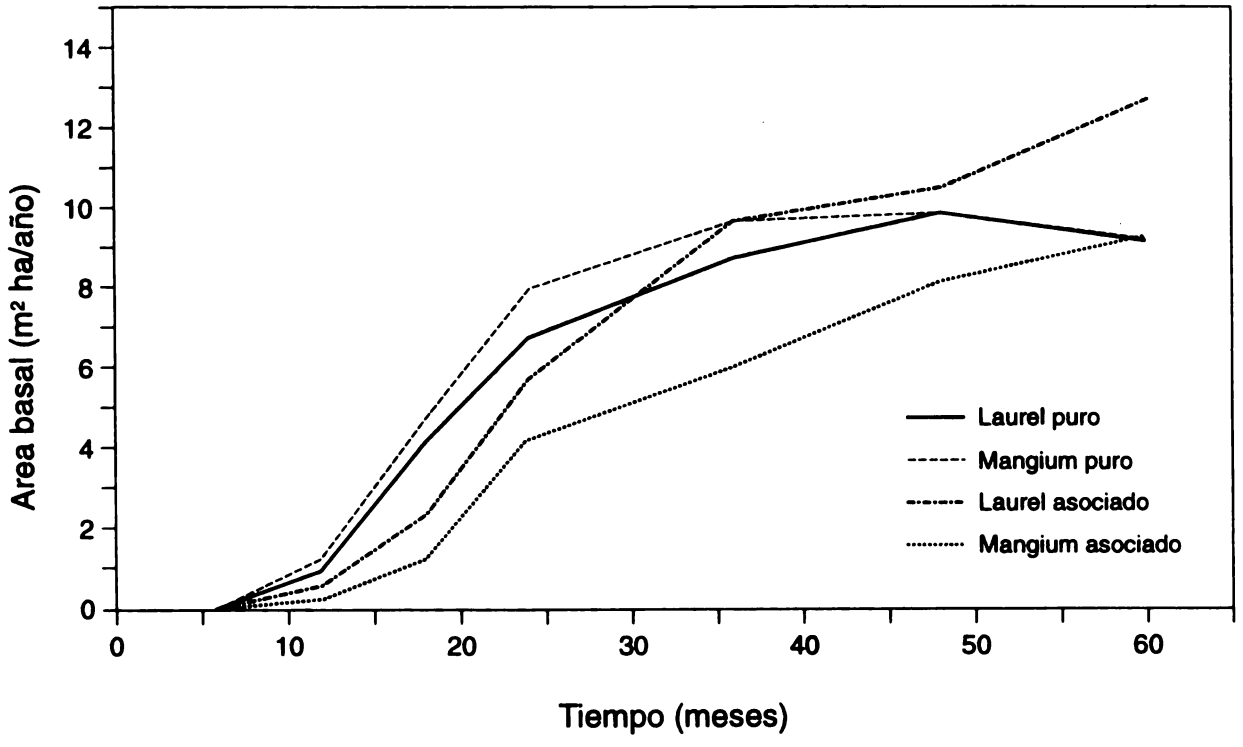
Edad	*Cordia alliodora*		*Acacia mangium*	
	Monocultivo	Agrosilvicultura	Monocultivo	Agrosilvicultura
0	1111	556	1111	556
1	1111	556	1111	531
2	1049	541	1071	531
3	856	417	788	362
4	777	258	529*	284*
5	465	258	385*	258*

* Promedio de tres parcelas.

Fuente: Lucas *et al.*, 1995.

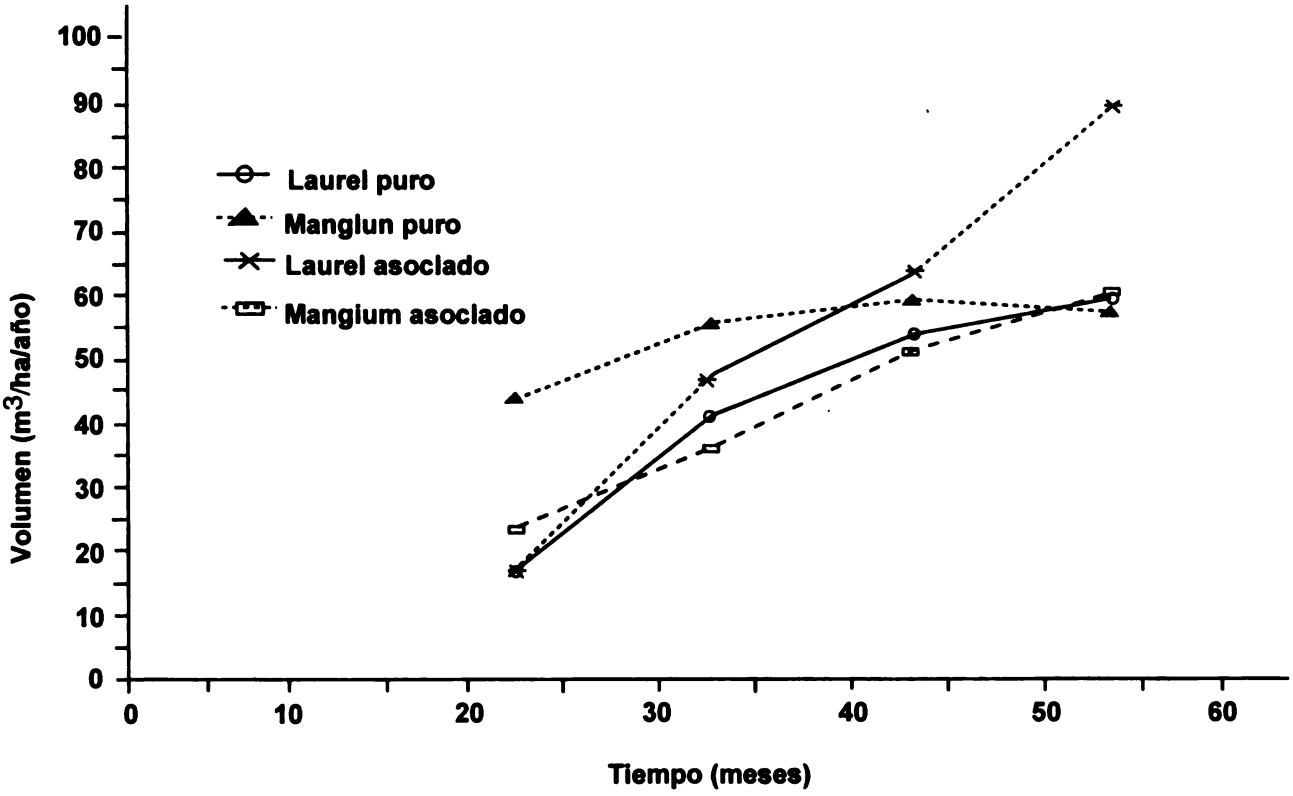
Sección 2
Tema 5
Acetato 13

Crecimiento del área basal de *Cordia alliodora* (laurel) y *Acacia mangium* (mangium), en plantación pura y en un sistema agrosilvicultural en Baja Talamanca, Costa Rica.

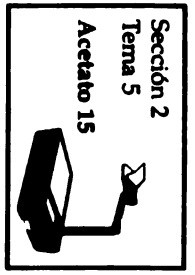


Fuente: Lucas *et al.*, 1995.

Crecimiento en volumen de *Cordia alliodora* y *Acacia mangium*, en plantación pura y en un sistema agrosilvicultural en Baja Talamanca, Costa Rica.



Fuente: Lucas *et al.*, 1995.



Rendimientos de los cultivos en un sistema agrosilvicultural en Baja Talamanca, Costa Rica (t/ha).

Sistema de Producción	*Zea mays* Cosecha 2	*Zea mays* Cosecha 3	*Zingiber officinale*	*Eugenia stipitata*
Monocultivo	2,38	1,86	23,56	24,40
Cordia alliodora	2,49	1,19	8,97*	19,20*
Acacia mangium	2,79	1,98	7,93*	16,00*

* En asociación con especies forestales la densidad por hectárea de los cultivos fue reducida.

Fuente: Lucas *et al.*, 1995.

Costos, ingresos totales y beneficios netos (US$/ha/año) para sistemas con reforestación pura, agrosilvicultura permanente y sistema Taungya en Baja Talamanca, Costa Rica.

	Reforestación pura			Agrosilvicultura			Taungya		
Año	Costo Total	Ingreso Total	Benef. Neto	Costo Total	Ingreso Total	Benef. Neto	Costo Total	Ingreso Total	Benef. Neto
1	537	0	-537	464	345	-119	464	345	-119
2	438	0	-438	1270	847	-424	1270	847	-424
3	231	0	-231	3199	6007	2809	3199	6007	2809
4	267	56	-211	1307	44	-1262	271	44	-227
5	151	28	-123	476	77	-399	196	77	-119
6	153	141	-12	594	471	-123	53	0	-53
7	101	97	-4	1118	2083	966	22	0	-22
8-14	6	0	-6	1232	2500	1268	6	0	-6
15	35	4438	4403	1245	12187	10942	35	7063	7028
Valor neto presente	1919	4759	2841	10905	24561	13658	5516	14383	8867

Fuente: Platen, 1996.

Características económicas compartidas por el sistema Taungya, un sistema agrosilvicultural y reforestación pura en Baja Talamanca, Costa Rica.

Concepto	Reforestación pura	Taungya	Agrosilvicultura permanente
Intensidad			
Capital/ha	Baja	Baja[1]	Muy alta
Mano de obra/ha	Baja	Baja[1]	Muy alta
Riesgo	Bajo	Mediano	Alto
Rentabilidad mano de obra	Mediana	Alta	Mediana
Estabilidad a cambios	Baja[2]	Alta	Mediana
Rentabilidad del capital	Mediana	Mediana	Mediana
Estabilidad a cambios	Mediana[2]	Mediana	Baja
Productividad de la tierra	Muy baja	Mediana	Alta
Estabilidad a cambios	Mediana[2]	Baja	Baja

[1] Alta en el año 3.

[2] Aunque los efectos de cambios en los precios son pronunciados, son poco probables.

Fuente: Platen, 1996.

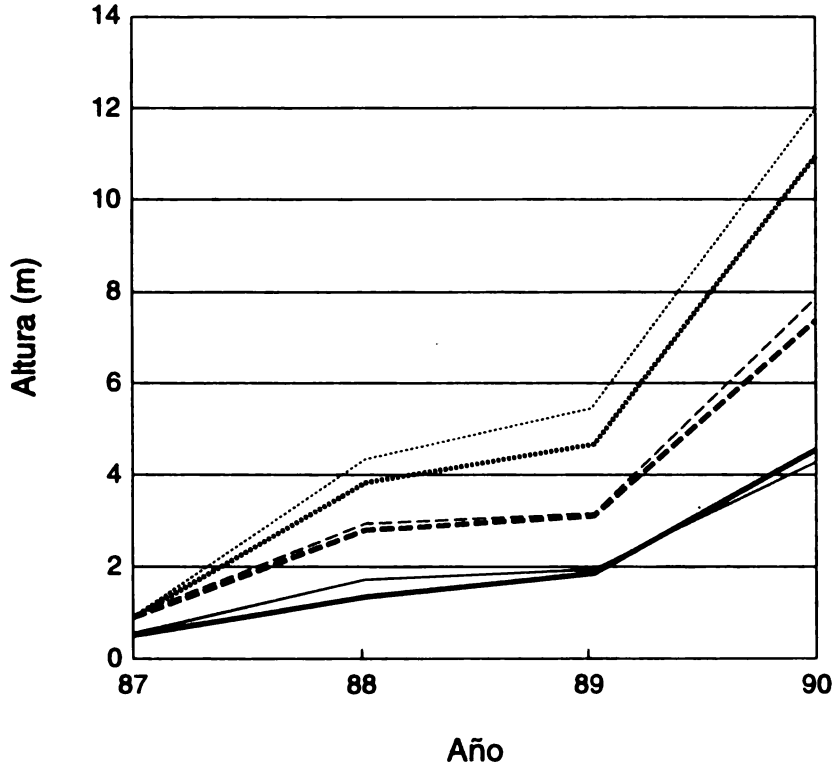
Factores experimentales estudiados de 1987 a 1992 en plantación pura y en un sistema Taungya privado para la producción de leña y alimentos, en la cuenca alta del río Achiguate, Guatemala (1100 a 2200 msnm).

Especies forestales	Especies agrícolas	Sistema de plantación
1. *Casuarina equisetifolia* 2. *Alnus acuminata* 3. *Eucalyptus globulus* Distancias: 2 m x 3 m	*Zea mays x Phaseolus vulgaris* Distancias: 1 m x 1 m. 4 semillas/golpe/especie. Sembrar maíz, doblar maíz hasta 50% de altura cuando está maduro y sembrar frijoles al pie de las plantas de maíz.	1.Monocultivo - Dos deshierbas. - Sin fertilizante. - Poda del tallo hasta 50% de altura 2.Taungya: - Dos deshierbas. - Con fertilizante. - Poda de tallo hasta 50% de altura.

Fuente: Leiva, 1993.

Sección 2
Tema 5
Acetato 19

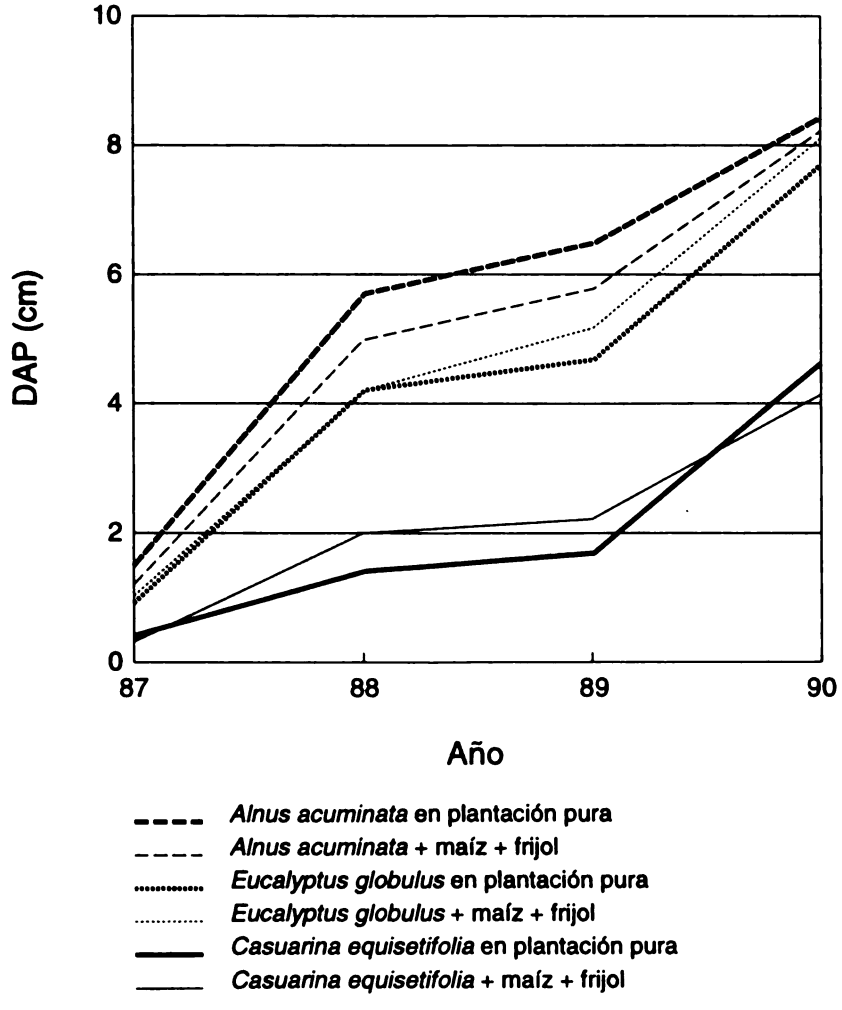
Crecimiento en altura de tres especies forestales, en plantación pura y en un sistema Taungya, en la cuenca alta del río Achiguate, Guatemala.



- *Alnus acuminata* en plantación pura
- *Alnus acuminata* + maíz + frijol
- *Eucalyptus globulus* en plantación pura
- *Eucalyptus globulus* + maíz + frijol
- *Casuarina equisetifolia* en plantación pura
- *Casuarina equisetifolia* + maíz + frijol

Fuente: Leiva, 1993.

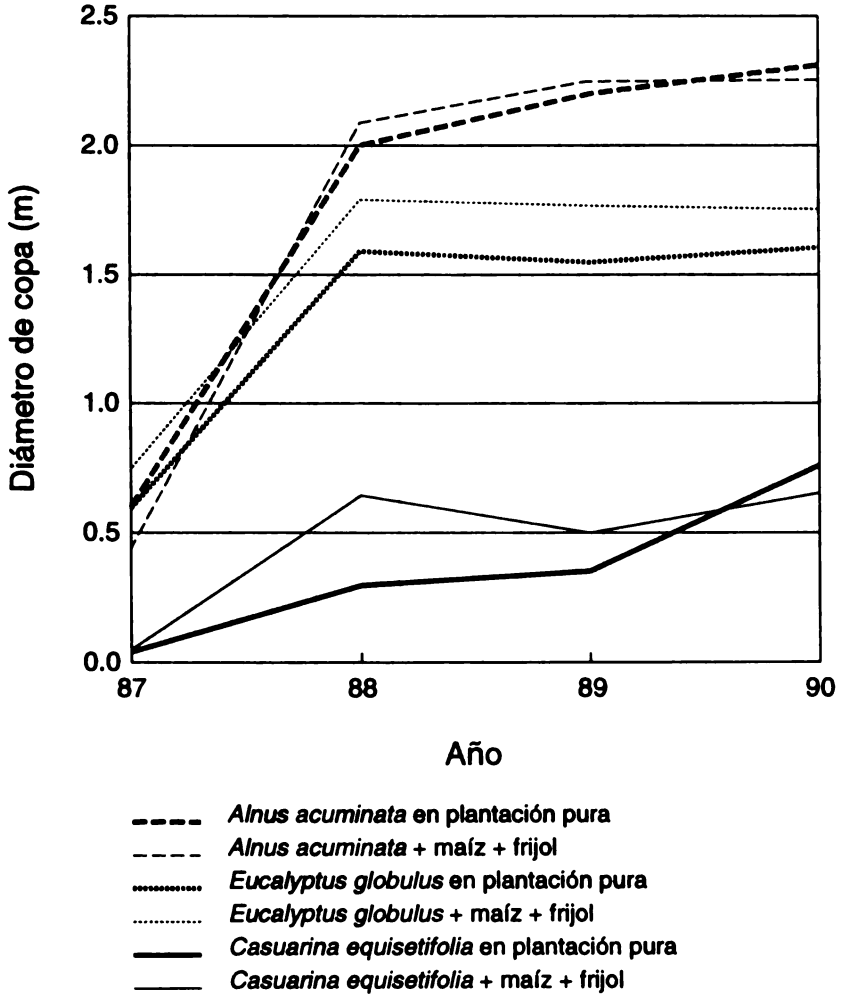
Crecimiento en diámetro del tallo (DAP) de tres especies forestales, en plantación pura y en un sistema Taungya, en la cuenca alta del río Achiguate, Guatemala.



Fuente: Leiva, 1994.

Sección 2
Tema 5
Acetato 21

Crecimiento en diámetro de la copa de tres especies forestales, en plantación pura y en un sistema Taungya, en la cuenca alta del río Achiguate, Guatemala.



Fuente: Leiva, 1994.

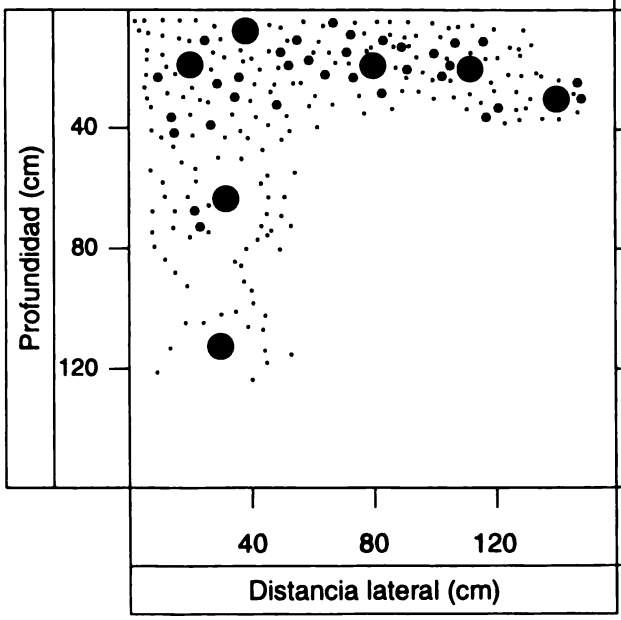
Distribución de las raíces de un árbol de *Eucalyptus globulus* en plantación pura, en el año 4. Cuenca alta del río Achiguate, Guatemala.

· Raíces menores de 5 mm

• Raíces entre 5 y 10 mm

● Raíces mayores de 10 mm

h = 18,0 m dap = 12,0 cm



Clase diamétrica de raíces (mm)							
< 5		5 - 10		> 10		Total	
Número de raíces	%	Número de raíces	%	Número de raíces	%	Número de raíces	%
269	90	27	90	4	80	300	90
25	8	2	7	1	20	28	8
5	2	1	3	--	--	6	2
--	--	--	--	--	--	--	--
299	100	30	100	5	100	334	100

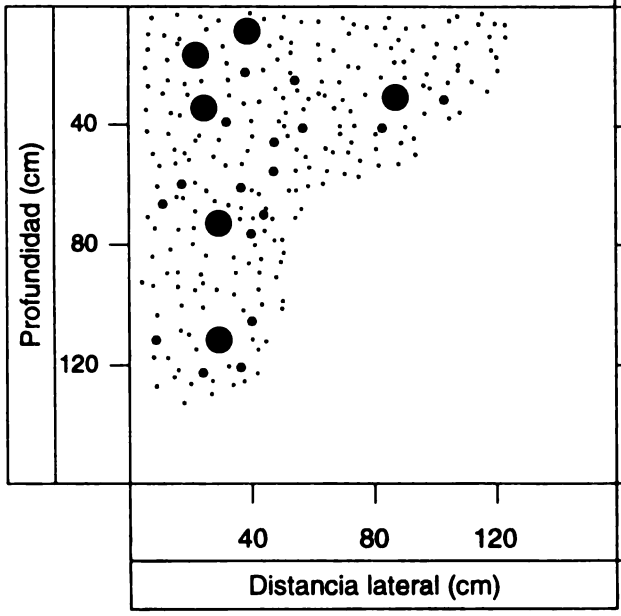
Fuente: Leiva, 1993.

Sección 2
Tema 5
Acetato 23

Distribución de las raíces de un árbol de *Eucalyptus globulus* en un sistema Taungya, en el año 4. Cuenca alta del río Achiguate, Guatemala.

· Raíces menores de 5 mm
• Raíces entre 5 y 10 mm
● Raíces mayores de 10 mm

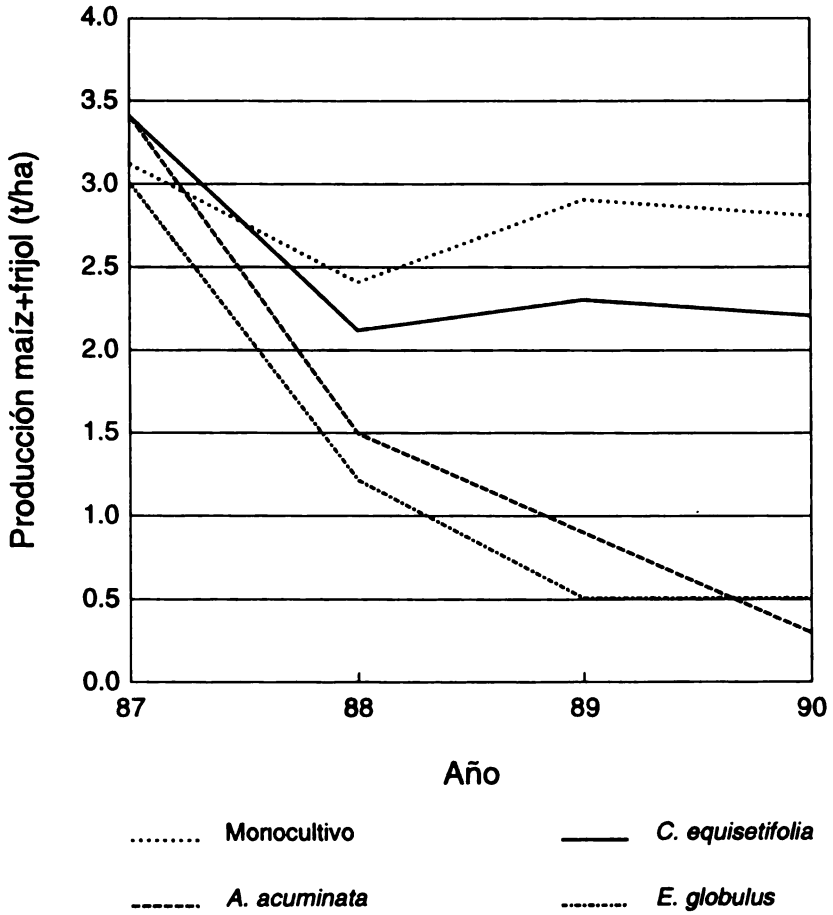
h = 16,0 m dap = 12,0 cm



Clase diamétrica de raíces (mm)							
< 5		5 - 10		> 10		Total	
Número de raíces	%	Número de raíces	%	Número de raíces	%	Número de raíces	%
138	60	7	50	4	68	149	60
76	33	5	36	1	16	82	33
15	7	2	14	1	16	18	7
--	--	--	--	--	--	--	--
229	100	14	100	6	100	249	100

Fuente: Leiva, 1993.

Rendimientos de *Zea mays* y *Phaseolus vulgaris* en monocultivo y en un sistema Taungya con tres especies forestales. Cuenca alta del río Achiguate, Guatemala



Fuente: Leiva, 1993.

Sección 2
Tema 5
Acetato 25

Conclusiones sobre el Sistema Taungya después de cinco años en la cuenca alta del río Achiguate, Guatemala.

- Los sistemas Taungya y el sistema agrícola proveen los mayores beneficios financieros.
- Las plantaciones puras de *Alnus acuminata* y de *Casuarina equisetifolia* no resultaron rentables.
- El sistema Taungya tiene un valor ecológico para la conservación de la cuenca del río Achiguate.
- Hay 45 agricultores que aplican el sistema Taungya en su finca.

Tema 6

Conclusiones y recomendaciones

ASPECTOS BIOFISICOS

Considerando los aspectos biofísicos, la evaluación del sistema Taungya lleva a las siguientes conclusiones **[Acetatos 1 y 2]:**

En suelos fértiles y húmedos, con buen drenaje, el sistema Taungya presenta buenos resultados con respecto a sobrevivencia, susceptibilidad a patógenos de la especie forestal y, por ende, a la producción de madera de buena calidad. Los cultivos agrícolas producen satisfactoriamente, porque la competencia por nutrientes no los afecta mucho. La competencia por luz, muchas veces, es más limitante para ambos componentes del sistema. Los suelos fértiles después de la tala de los bosques presentan las mejores condiciones. Ahí es donde se desarrolló el sistema Taungya originalmente, como herramienta de transformación de bosques naturales a plantaciones forestales y como tal, tuvo su éxito en varias regiones de Asia y Africa tropical. Pero para las aplicaciones del sistema como herramienta de reforestación de suelos degradados, objetivo que más se persigue actualmente en América Central, todavía se requiere desarrollar o modificar el sistema para hacerlo más atractivo y competitivo.

La recuperación de los suelos degradados y ácidos, que sufren efectos severos de erosión, probablemente no van a tener mucho éxito bajo este sistema, cuando se asocian cultivos muy exigentes en cuanto a nutrientes, ya que los insumos en la producción de los cultivos son altos [fertilización, manejo de plagas], mientras que los rendimientos de los mismos son medios o bajos. En este caso, la reforestación puede resultar más económica bajo las siguientes condiciones: siembra de árboles maderables en asocio con coberturas vivas anuales fijadoras de nitrógeno; siembra de árboles/arbustos fijadores de nitrógeno, con buena adaptación a suelos pobres o como reforestación pura, sin ningún asocio. El estudio de especies anuales que pueden crecer solamente en una capa de mulch, como el frijol o de especies agrícolas con buena adaptación a suelos ácidos, como la piña [*Ananas comosus*], también puede contribuir al desarrollo de otras opciones económicas.

El manejo agrícola en el sistema Taungya puede mejorar las condiciones biofísicas del sitio, lo cual resulta en mejores tasas de sobrevivencia, mejor crecimiento de los árboles y mejor calidad de la madera, en comparación con la reforestación pura [Cutter y Garrett, 1993]. Esto se debe principalmente al frecuente control de malezas. En algunos casos, también es resultado de la aplicación de fertilizantes, mayormente orgánicos, a los cultivos y de los cuales también se aprovechan los árboles. Además, los residuos de los cultivos leguminosos

contribuyen a la disponibilidad de nitrógeno en el suelo. Por otra parte, en el caso de terrenos en laderas, es ampliamente conocido el efecto adverso del manejo del suelo, lo cual contribuye a la erosión del horizonte superior [Alexander *et al.*, 1980, cit. por Nair, 1993].

Como los cultivos agrícolas necesitan un manejo intensivo para producir satisfactoriamente, la frecuencia de atención en una reforestación asociada con cultivos es mucho más alta que la de una reforestación pura. Eso tiene la ventaja de que se pueden detectar irregularidades o plagas lo suficientemente temprano como para controlarlas exitosamente. Hay estudios donde se indica que los árboles intercalados con cultivos fueron atacados por plagas en menor grado, que los árboles sin asocio; como en el caso del ataque al cedro [*Cedrela odorata*] por el barrenador *Hypsipyla grandella* [Mora *et al.*, 1995]. Por su lado, las plagas de cultivos agrícolas tienden a aparecer con menos frecuencia cuando los cultivos están sembrados entre hileras de especies maderables [Jordan *et al.*, 1992].

Los cultivos anuales aprovechan los nutrientes intensivamente y generan un producto de valor económico, en lugar de perderlos por lixiviación o dejar que sean absorbidos por las malezas después de limpiar una parcela. La selección de cultivos aptos para el asocio con árboles maderables es muy importante. No son solamente aspectos del sitio los que definen las características de los cultivos. La competencia por luz, agua y nutrientes entre cultivos y árboles, es un aspecto muy importante en este sentido. Si el objetivo es el establecimiento rápido de la plantación forestal [alta sobrevivencia, árboles fuertes, cierre temprano de copas], se buscarán cultivos de bajo crecimiento que compitan poco con los árboles. Si el enfoque está en aprovechar mejor el espacio para los cultivos, se puede aceptar un crecimiento inicial reducido de los árboles y sembrar cultivos más exigentes como maíz o yuca. La rotación de cultivos con diferentes características de crecimiento permite el aprovechamiento óptimo del espacio. Los cultivos trepadores siempre son problemáticos en plantaciones con árboles jóvenes. Estos pueden perjudicar a los árboles tanto como los trepadores silvestres en una plantación sin asocio, cuando no recibe el manejo adecuado.

La sostenibilidad del sistema depende sobre todo del período de rotación de la especie maderable y de su exigencia sobre el suelo. Las especies forestales de rápido crecimiento [p.ej. *Eucalyptus deglupta)* pueden extraer muchos nutrientes en poco tiempo. En ausencia de fertilización y bajo rotaciones cortas, la fertilidad de los suelos puede ir bajando de una rotación a otra [10 a 15 años]. En comparación con plantaciones puras, el asocio de los maderables con cultivos agrícolas, como p.ej. la yuca, puede aumentar aún la pérdida de nutrientes por razones de la exportación de estos a través de las cosechas de los cultivos. Estos sistemas solamente son sostenibles a largo plazo, con insumos externos como fertilizantes químicos u orgánicos. Si se maneja el sistema Taungya en suelos de buena fertilidad, con especies maderables de rotaciones medianas a largas [> 25 años], el suelo tiene suficiente tiempo para poder recuperar las pérdidas sin insumos adicionales.

ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

Considerando los aspectos socioeconómicos la evaluación del sistema Taungya lleva a las siguientes conclusiones **[Acetatos 3 y 4]:**

En varios países del mundo el sistema Taungya ayudó a estabilizar la agricultura migratoria mediante la generación de nuevas oportunidades de empleo, el incremento de la producción agrícola y la conservación de los recursos naturales. Según Enabor [1974], los ingresos de un agricultor que utiliza el sistema Taungya, son intermedios entre los de un agricultor que practica agricultura migratoria y los de uno que practica agricultura permanente. Otras remuneraciones para atraer a los agricultores son el acceso libre al agua, electricidad, servicios de salud, educación, etc.

Se podría pensar entonces que el sistema contribuye al desarrollo de zonas remotas, donde se pretende reemplazar la agricultura migratoria por el sistema Taungya. Sin embargo, la presión demográfica es un factor importante de considerar para la implementación del sistema Taungya [ver p.ej. el sistema Shamba de Kenia]. Donde hay problemas para asegurar la alimentación de la población rural, el sistema Taungya no puede reemplazar a la agricultura migratoria, sin ofrecer terrenos de producción agrícola exclusiva al mismo tiempo, porque la rotación del "barbecho" con maderables es mucho más larga [25 a 80 años] que la rotación del barbecho tradicional de unos 15 años con bosque secundario [Ruthenberg, 1980]. En Indonesia se mejoró la adopción del sistema Taungya con la introducción de semillas mejoradas, insecticidas y fertilizantes, lo que aumentó notablemente los rendimientos de los cultivos [FAO, 1990].

En el caso del Taungya tradicional, en general, es importante que el área asignada a un agricultor corresponda a la disponibilidad de mano de obra que él y los miembros de su familia puedan ofrecer. El contrato entre el dueño del terreno y el agricultor debe encontrar el respaldo de las autoridades y clasificar el tamaño del terreno, las especies por cultivar, el tiempo máximo de cultivos, las remuneraciones que se reciben por cada árbol sano, y el manejo que haya que aplicar. La restricción de ciertos cultivos puede ser una limitación fuerte para un agricultor, si los cultivos permitidos no tienen mercado o no pertenecen al consumo principal de la casa.

En América Central no se ha implementado el sistema Taungya tradicional o estatal a nivel significativo, porque, contrario a los países de origen de este sistema, las políticas nacionales aquí favorecían el acceso libre a los recursos naturales. Las fincas grandes, en el pasado, no tuvieron mucho interés en la producción de madera porque la producción agrícola intensiva de carne, de café [*Coffea arabica*], algodón [*Gossypium hirsutum*], caña de azúcar [*Saccharum officinarum*], banano [*Musa AAA*] y cacao [*Theobroma cacao*] les proveía mejores ingresos. Sin embargo, con la caída de los precios para estos productos en el mercado mundial, y la oferta de varios países de dar incentivos monetarios a la reforestación, el inte-

rés en el "Taungya privado" como herramienta de reforestación a bajos insumos en fincas privadas, tiene mayor potencial de ser implementado.

El Taungya privado, desde una perspectiva económica, es un sistema de uso de la tierra adaptado a fincas que disponen de terrenos no cultivados, donde pueden establecer un sistema de uso del suelo con pocos insumos y con buenas ganancias a largo plazo. No tiene el impacto negativo del Taungya estatal porque los productos, cultivos y madera, pertenecen al agricultor, quién es dueño del terreno. Las fincas grandes pueden generar empleos al contratar obreros para realizar los trabajos de campo. Esto suele ser más común en América Central que en otras regiones del mundo. Son las fincas grandes las que pueden establecer sistemas de producción maderable abundante, por medio de la siembra de varias parcelas maderables en rotación.

Para fincas pequeñas, el sistema Taungya no es muy interesante, porque ahí se necesitan los terrenos para la producción abundante de alimentos y otros ingresos. Sin embargo, donde haya un mercado para productos maderables, algunos agricultores practican la siembra de árboles a baja densidad [alrededor de 50 a 100 árboles/ha] dentro de sus cultivos anuales. Este sistema también es utilizado por pequeños agricultores en Africa [Escobar, 1993; Wolf, 1989]. En general, este sistema, con un mayor enfoque en el cultivo, tiene más importancia para los cultivos perennes como cacao y café, donde se aprovecha la necesidad de sembrar los cultivos bajo sombra.

En el futuro la reforestación en suelos degradados jugará un papel importante en muchos países de América Central. Para aprovechar el sistema Taungya se necesita aún mayor investigación, que se logre desarrollar sistemas de manejo para estas condiciones difíciles, donde los rendimientos de los cultivos generalmente no son lo suficientemente atractivos para que los pequeños productores adopten el sistema. Anteriormente se mencionaron algunas soluciones que valdría la pena estudiar con más profundidad [p. ej. mezcla de plantaciones con especies mejoradas de suelo].

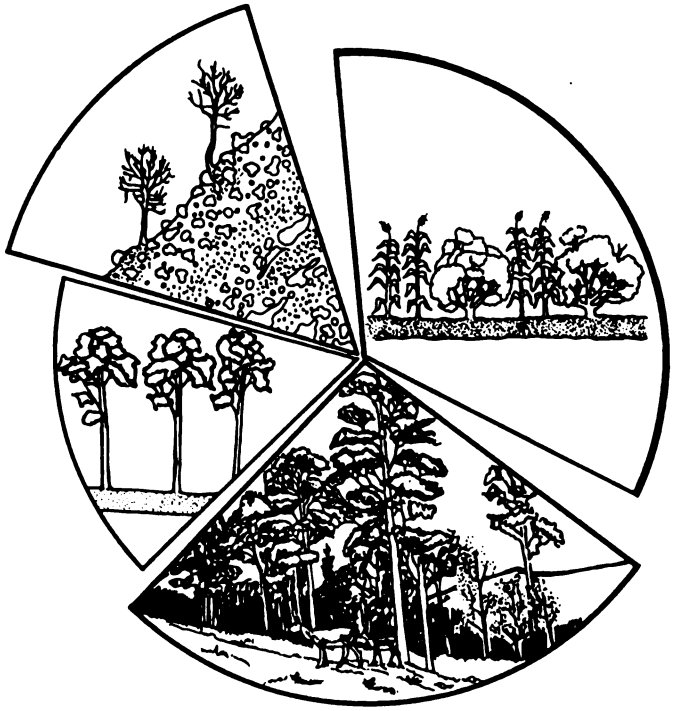
Sección 2
Tema 6
Acetato 1

Beneficios biofísicos del sistema Taungya

- El manejo agrícola puede mejorar las condiciones biofísicas del sitio.
- Mayores tasas de sobrevivencia de los árboles.
- Mayor atención a la plantación forestal.
- Cultivos pueden suprimir o reducir plagas en las especies forestales.
- Mejor aprovechamiento de nutrientes por los cultivos, en la capa superior del suelo.
- Sistema sostenible bajo rotaciones largas.
- Los árboles aprovechan la fertilización del cultivo.

Desventajas biofísicas del sistema Taungya

- Requiere suelos de alta fertilidad para mejorar la producción.
- Pérdida de la biodiversidad en caso de transformación de bosques en plantaciones puras.
- Uso limitado para reforestación de suelos degradados.
- Competencia entre especies puede disminuir rendimientos forestales y agrícolas.
- Cultivos trepadores dañan los árboles.
- En pendientes fuertes el sistema puede favorecer la erosión.



Sección 2
Tema 6
Acetato 3

Beneficios socioeconómicos del sistema Taungya

El Taungya privado

- Ofrece la libertad de decidir si se quiere enfocar solamente en la producción maderable o dar más espacio a la producción agrícola.

- Se puede transformar en un sistema agrosilvicultural permanente si las condiciones biofísicas lo permiten.

El Taungya estatal

- Establecimiento de la agricultura migratoria.

- Remuneraciones e ingresos adicionales para agricultores migratorios.

Ambos sistemas

- Retorno parcial del capital invertido en la reforestación antes de cosechar la madera.

- Apto para un sistema de producción de madera abundante, a costos razonables en fincas grandes y medianas.

Desventajas socioeconómicas del sistema Taungya

Taungya privado

- Requiere que el productor tenga posesión a largo plazo de la propiedad.
- Aptitud y rentabilidad limitada en fincas pequeñas.
- Período muy largo hasta primer ingreso (10 a 15 años).
- Competitividad limitada con un sistema agrosilvicultural permanente en fincas pequeñas o suelos de alta fertilidad.

Taungya estatal

- Productores dependen de los contratos del Estado; no pueden elegir.
- Altos requerimientos de administración.
- Mayor requerimiento de mano de obra del productor para el cuidado de los árboles.

Ambos sistemas

- No es recomendable para terrenos con difícil acceso a los mercados, cuando son plantaciones comerciales.

BIBLIOGRAFIA

ACEEFN [Asociación Costarricense para el Estudio de Especies Forestales Nativas de Costa Rica]. 1992. Memoria: Encuentro Regional sobre Especies Forestales Nativas de la Zona Norte y Atlántica de Costa Rica. Puerto Viejo de Sarapiquí, Heredia, Costa Rica, 24-25 set. 1992. ITCR. 86 p.

Aguirre, C.A. 1963. Estudio silvicultural y económico de sistema Taungya en condiciones de Turrialba. Tesis M.Sc., Turrialba, Costa Rica, CATIE. 101 p.

Aguirre, C.C. 1977. Comportamiento inicial de *Eucalyptus deglupta* BLUME, asociado con maíz [sistema "Taungya"], en dos espaciamientos con y sin fertilización. Tesis M.Sc., Turrialba, Costa Rica, CATIE.130 p.

Akachuku, A.F. 1985. Cost-benefit analysis of wood and food components of agri silviculture in Nigerian forest zone. Agroforestry Systems 3: 307-316.

Alexander, T.G.; Sobhana, K.; Balagopalan, M.; Mary, M.V. 1980. Taungya in relation to soil properties, soil degradation and soil management. Res. Rep. 4. Kerala Forest Research Institute, Peechi, Kerala, India.

Amyot, J. 1988. Forest land for people. A forestry village project in northern Thailand. Unasylva 159 [40]: 30-41.

Ball, J.B. 1977. Taungya in Southern Nigeria. UNDP/FAO Development Project. Federal Department of Forestry, Ibadan, Nigeria. 35 p.

Beer, J.; Kapp, G.B. y Lucas, C. 1994. Alternativas de reforestación: Taungya y sistemas agrosilviculturales permanentes vs. plantaciones puras. Turrialba, Costa Rica, Proyecto agroforestal CATIE/GTZ. Serie Generación y Transferencia de Tecnología No. 7. Serie Técnica. Informe Técnico CATIE No. 230. 26 p.

Beer, J.; Kapp, G. y Lucas, C. 1994. Alternativas de reforestación: Taungya y sistemas agrosilviculturales permanentes vs. Plantaciones puras. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 230. 25 p.

Boerboom, J.H.A. 1979. Tropical silviculture. Seminar held at the University of Wageningen, NL.

Brandis, D. 1884. Über Brandwirtschaft in den Bergen Ostindiens, namentlich in Burma. Allg. Forst - u. Jagd - Zeitung 60: 377-386.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1995. Módulos de capacitación en aspectos económicos sobre árboles de uso múltiple. Turrialba, C.R. CATIE, Serie Técnica. Manual Técnico No. 15. p. 24.

Combe, J.; Budowski, G. 1979. Classification of agroforestry techniques. In: G. de las Salas [ed.] Proc. Symp. Agroforestry systems in Latin America. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 17-47.

Cutter, B.E.; Garrett, H.E. 1993. Wood quality in alleycropped eastern black walnut. Agroforestry Systems 22: 25-32.

Enabor, E.E. 1974. Socio-económical aspects of Taungya in relation to traditional shifting cultivation. FAO Soils Bulletin No. 24: 191-201.

Escobar, M.L. 1993. Sistemas agroforestales. Bogotá, Colombia, Ministerio de Agricultura de la República de Colombia. 48 p.

Evans, J. 1992. Plantation forestry in the tropics. 2nd ed. Oxford, U.K., Charendon Press. 403 p.

Facultad de Ciencias Agropecuarias. 1995. Memorias segundo seminario taller. Investigación y extensión forestal y agroforestal participativa. Los Santos, Panamá. 75 p.

FAO. 1957. Tree planting practices in tropical Asia. Rome, Italy, Forest Development Paper 11.

FAO . 1984 . Land evaluationn for forestry. Roma, Italy, FAO Forestry Paper 48.

FAO. 1990. La agricultura migratoria: conocimientos técnicos locales y manejo de los recursos naturales en el trópico húmedo. Desarrollo Forestal Comunitario nota #8. Roma, Italia, FAO. p. 11-29.

Fernández, V.S. 1978. Comportamiento inicial de Gmelina arborea ROXB. asociado con maíz [*Zea mays L.*] y frijol [*Phaseolus vulgaris L.*] en dos espaciamientos en Turrialba, Costa Rica. Tesis M.Sc., Turrialba, Costa Rica, CATIE. 125 p.

Galloway, G. 1993. Manejo de plantaciones forestales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica. Manual Técnico No. 7. 58 p.

Hallé, F.; Oldeman, R. A. A..; Tomlinson, P.B. 1978. Tropical trees and forest. An arquitectural analysis. Berlin, Germany, Springer. 441 p.

Hart, H.M.J. 1928. Stem number and thinning: an orienting research after the best plant distance and way of thinning in teak. Meded. Proefstation Boschwezen, Buitenzorg. [Holandés, resumen en inglés].

Hiroyuki, W.H.; Sahunalu, P.; Khemnark, C. 1988. Combinations of trees and crops in the Taungya method as applied in Thailand. Agroforestry Systems 6: 169-177.

Hofstadt, O. 1978. Preliminary evaluation of the Taungya system for combined wood and food production in North-Eastern Tanzania. Div. of Forestry. Univ. of Daresalaam, Tanzania.

Hout, P. Van 1983. Effects of wider initial spacing of teak on income and income distribution in the Taungya system on Java. Agricultural University of Wageningen, Dep. of Forest Management. 51 p.

Jordan, C.F.; Gajasewi, J.; Watanabe, H. [eds.]. 1992. Taungya: forest plantations with agriculture in Southeast Asia. Wallingford, England. CAB International. 153 p.

Kartasubrata, Y. 1979. Tumpangsari method for establishment of teak plantations in Java. En: Proceedings of a symposium on Tropical Agricultural Technologies, Tsukuba Japan. Trop. Agric. Res. Series No. 12.

King, K.F.S. 1968. Agrisilviculture: the Taungya system. Ningeria, University of Ibadan. 109 p.

Kiriinya, C. K. 1994. The rise and fall of Taungya: lessons from Kenya. Agroforestry Today 6[3]: 3-4

Koroma, A.P. 1981. Country statement on the present status of agro-forestry. Sierra Leone. Ministry of Agriculture and Forestry, Tower Hill, Freetown, Sierra Leone. Paper prepared for workshop on Agro-Forestry in the African Humid Tropics, Ibadan, 27th -1st May, 1981. 12 p.

Lahiri, A.K. 1989. Taungya based agroforestry trials in West Bengal. The Indian Forester 115[3]: 127-132

Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Rossdorf, Alemania. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. 155 p.

Leiva, J.M. 1993. Evaluación de tres especies forestales en plantación pura y sistemas taungya en la parte alta de la cuenca del río Achiguate, Guatemala: resultados de 5 años de investigación. Universidad de San Carlos de Guatemala, Fundación Internacional para la Ciencia, Estocolmo [Suecia]. Guatemala. 61 p.

Lucas, C.; Beer, J.; Kapp, G. 1995. Reforestación con maderables. Sistemas Agrosilviculturales vs plantaciones puras en Talamanca, Costa Rica. Resultados Agrícolas y Forestales. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 243. 65 p.

Magne, O.J. 1979. Comportamiento de *Terminalia ivorensis A. Chev.* en su fase de establecimiento, asociado con maíz, caupí y frijól, utilizando seudoestaca y plantón en el trasplante. Tesis M.Sc., Turrialba, Costa Rica, CATIE. 99 p.

Mohd, E.; Mansor, R.; Ong Kah Bor, E. 1972. Taungya in Negri Sembilan. The Malayan Forester 35[4]: 348 - 353.

Mora, J.L.; Monge, J.L. y Arguedas, W. 1995. Comportamiento de dos especies forestales nativas cedro – [*Cedrela odorata*] y laurel – [*Cordia alliodora*] en una plantación mixta en un sistema Taungya. Chachagua, San Ramón, Costa Rica. In: Memoria III Taller de Investigación Forestal y Agroforestal. 14, 15 y 16 de Noviembre, 1995. Cañas, Guanacaste, Costa Rica. p. 94-101.

Nadjombe, O. 1981. Pratiques agro-sylvicoles au Togo. Communication au Colloque sur l'Agroforesterie dans les Zones Humides de l'Afrique -Nigeria, Avril 1981. 9 p.

Nair, P.K.R. 1993. An introduction to agroforestry.The Netherlands. Kluwer Academic Publishers. 499 p.

Neldes, J. A. 1962. New kinds of systematic designs for spacing experiments. Biometric 18:283-307.

Odoul, P.A. 1986. The shamba system: an indigenous system of food production. Agroforestry Systems 4: 365-373.

Olawoye, O.O. 1975. The agrisilvicultural system in Nigeria. Commonwealth Forestry Review 54: 229-236.

Platen, H. von. 1996. Alternativas de reforestación: Taungya y sistemas agrosilviculturales permanentes vs. plantaciones puras; la economía. Turrialba, Costa Rica. CATIE, Serie técnica. Informe técnico no. 250. 55 p.

Prodam, M.; Peters, R.; Cox, F.; Real, P.1997. Mensura forestal. San José, C. R. IICA-BMZ/GTZ. 561 p.

Rojas, F. 1993. Viveros forestales. Manual práctico sobre viveros forestales. San José, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 181 p.

Ruthenberg, V. 1980. Farming systems in the tropics. Clarendon, Oxford.424 p.

Samapuddhi, K. 1974/75. Thailand's forest villages. Unasylva 27[107]: 20-23.

Schlönvoigt, A. 1993. Studies on competition between trees and annual field crops in the humid tropical lowland of Costa Rica. Göttinger Beiträge zur Land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen. Heft 83. 140 p.

Ugalde, L. 1981. Conceptos básicos de dasometría. Turrialba, C.R. CATIE. 22 p.

Vanselov, K. 1950. Influence of spacing on the development of even aged spruce plantations. Forstwissenschaftliches Zentralblatt 69: 497-527.

Warner, K. 1991. Shifting cultivators. Rome, Italy, FAO. 80 p.

Weidelt, H. J. 1990. Tropical Silviculture. University of Göttingen, Germany.[sin publ.]

Wiersum, K. F. 1982. Tree gardening and Taungya on Java: examples of agroforestry techniques in the humid tropics. Agroforestry Systems 1: 53-70.

Wolf, R. 1989. Experiencias agroforestales en el Sur de Sudan con referencia especial a pequeños agricultores. CATIE, Serie Técnica, Informe Técnico No. 147. p. 348-353.

Young, A. 1989. Agroforestry for soil conservation. Nairobi, Kenya. CAB International. ICRAF. 276 p.

ANEXO

TEMAS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS DE LOS PARTICIPANTES O PARA PROFUNDIZAR CON BÚSQUEDAS BIBLIOGRÁFICAS

El concepto del sistema Taungya

1. Taungya: un sistema silvicultural o agroforestal. Comparación del sistema estatal en Myanmar con el sistema privado en Talamanca, Costa Rica.

2. ¿Se puede establecer el sistema Taungya con cualquier especie forestal maderable?

3. ¿Se pueden producir *Manihot esculenta* y *Phaseolus vulgaris* bajo el sistema Taungya? Impacto de los cultivos sobre el crecimiento inicial de los árboles.

4. Impacto de Taungya sobre la fertilidad del suelo [exportación de nutrientes por medio de la cosecha de los árboles y cultivos].

5. ¿Es apto el sistema Taungya para controlar la erosión en laderas? - ¿De cuáles factores depende que funcione o no?

El sistema Taungya privado

1. Desarrollo de un sistema Taungya con *Cordia alliodora* y *Zea mays/Phaseolus vulgaris* para una finca. ¿Cómo se podría producir abundantemente madera y granos básicos en esa finca?

2. Qué especies maderables se pueden recomendar para el sistema Taungya en zonas bajas. Características deseables, requerimientos, descripción de la especie, producción, etc.

3. Comparación del sistema Taungya con el sistema barbecho mejorado con árboles fijadores de nitrógeno. ¿Qué tienen en común y qué es diferente?

4. ¿Las plantaciones de árboles con cultivos perennes se pueden considerar como Taungya?

5. ¿Cuál impacto tiene la tenencia de la tierra sobre la implementación del sistema Taungya en fincas?

Aspectos socioeconómicos del sistema Taungya

1. ¿El manejo de parcelas forestales en fincas establecidas por el sistema Taungya puede ser una alternativa interesante para el agricultor?

2. ¿Se deberían establecer plantaciones forestales en áreas remotas? Ventajas y Desventajas.

3. Las plantaciones forestales en América Central son más frecuentes sin asocio de cultivos anuales al inicio. ¿Por qué?

4. El sistema Taungya a nivel de la empresa forestal y a nivel de la comunidad rural. Comparación y evaluación económica.

5. Taungya modificado: ¿Qué son los pueblos forestales [inglés: forest villages]?

Otros temas

1. ¿Cómo afecta el espaciamiento de los árboles el crecimiento, la producción y la calidad de la madera?.

2. ¿Cómo afecta el objetivo de la producción de madera el diseño del sistema Taungya [por ejemplo: distancias entre árboles, especies, periodos de uso agrícola]?

3. ¿Qué efecto tiene la preparación del terreno a corto y largo plazo? Comparar la tala y quema, la tala y mulch, el combate químico, el combate manual y el combate mecánico de malezas.

4. Comparar el sistema Taungya y la reforestación pura en suelos con fertilidad limitada [estudios de caso].

5. Comparar la información biofísica y económica del sistema Taungya y la reforestación con coberturas vivas.

Coordinación y Producción

Edgar Köpsell [1], Líder
Francisco Jiménez [1]
Gustavo Calvo [1]
Meivis Ortiz [1]

Edición
Elí Rodríguez

Diagramación
Marta E. Jiménez

Diseño portada e ilustraciones
Marta E. Jiménez

Impreso en Unidad de Producción de Medios/CATIE
Edición de 500 ejemplares
Octubre 1998

[1] Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ

Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ

Apdo. 126
CATIE 7170 Turrialba, Costa Rica
Tel: (506) 556 6438 Fax: (506) 556 1891
E-mail: gtz@catie.ac.cr
http://www.catie.ac.cr/~gtz/